

# ENTOMOPHAGA

PUBLICATION  
DE LA  
COMMISSION INTERNATIONALE  
DE LUTTE BIOLOGIQUE  
CONTRE LES  
ENNEMIS DES CULTURES

(C. I. L. B.)

TOME IV — 1959

SECRÉTARIAT DE LA REVUE : SERVICE DE PARASITOLOGIE VÉGÉTALE,  
INSTITUT PASTEUR, 25, RUE DU DOCTEUR-ROUX — PARIS (XV<sup>e</sup>)



## SOMMAIRE

## Informations concernant la C.I.L.B.

Compte rendu de la session du Bureau exécutif de la C.I.L.B., p. 3. — Activité des groupes de travail de la C.I.L.B. : groupe de travail "Pou de San José" p. 5; groupe de travail *Earias*, p. 6.

## Mémoires originaux

E. BILIOTTI et P. DELANOE : Contribution à l'étude biologique d'*Opius concolor* SZEPL. (*Hym. Braconidae*) en élevage en laboratoire, p. 7. — O. LYSENKO : Report on diagnosis of Bacteria isolated from insects (1954-1958), p. 15. — C. VAGO : Recherches sur la culture de tissus en virologie des insectes, p. 23. — J. P. KRAMER : Observations on the seasonal incidence of Microsporidiosis in european corn borer populations in Illinois, p. 37. — V. LABEYRIE : Technique d'élevage de *Chelonus contractus* NEES, parasite de *Phthorimea ocellatella* BOYD., p. 43. — R. LANGE : Experimentelle Untersuchungen über den Nestbau der Waldameisen Nesthügel und Volkstärke, p. 47.

## Documentation

Bibliographie concernant la systématique des insectes entomophages II (1956-1957) (Réunie par le Centre de documentation de la C.I.L.B.), p. 57.

## INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

COMPTE RENDU DE LA SESSION DU BUREAU EXÉCUTIF  
DE LA C.I.L.B.

(Paris, 20-21 octobre 1958)

Les membres du Bureau exécutif de la C.I.L.B. élus par l'Assemblée générale de février 1958 à Paris se sont réunis en session ordinaire pour examiner les résultats des missions importantes confiées à certains d'entre eux dans les relations internationales et pour préparer les programmes de travail et établir le budget de l'année 1959 conformément à l'article 11 des statuts.

Pour cette session, le Bureau exécutif était accueilli dans les locaux de l'Institut national de la Recherche agronomique à Paris.

1. Le Président d'honneur de la C.I.L.B., le professeur P. VAYS-SIÈRE, rendant compte de l'Assemblée générale de l'U.I.S.B. à Londres, 12-14 juillet 1958, fit part au Bureau de la décision prise par cette Assemblée en faveur de l'organisation d'un colloque sur la « Taxonomie des Insectes entomophages » en 1960. Le Bureau exécutif décida d'en confier le patronage au Dr FORSTER, de la division entomologique de l'État bavarois à Munich, huit jours avant le Congrès international d'Entomologie de Vienne.



Cette importante décision a eu pour conséquence de limiter la prochaine réunion du Centre d'identification de Genève à une séance de travail consacrée à la préparation de ce colloque.

2. Avant de procéder à l'examen des résultats des missions internationales, le Bureau exécutif précise les principes qui doivent guider la C.I.L.B. à la fois dans le fonctionnement des Centres et Groupes de travail et aussi dans l'élargissement de la coopération internationale. Une meilleure centralisation des informations, de la documentation et des échanges est également préconisée.

Dans le domaine des relations Est-Ouest, des résolutions favorables à la constitution d'un Comité de Liaison sont adoptées; MM. GRISON, FRANZ et SCHNEIDER sont désignés pour y représenter la C.I.L.B.

Les relations de travail entre le Commonwealth Institute of Biological Control (C.I.B.C.) et la C.I.L.B. ont été évoquées par le Dr SIMMONDS et MM. FRANZ et BOVEY à Prague en août 1958 au cours de la première conférence internationale de Lutte biologique. Elles seront précisées prochainement dans un sens encourageant.

La coordination des activités de la C.I.L.B. avec celles de la F.A.O. et de l'O.E.P.P. a fait l'objet de rapports favorables.

3. Le Bureau exécutif a accordé toujours sa confiance et renouvelé ses compliments au Dr REMAUDIÈRE pour la publication d'*Entomophaga*. La rubrique consacrée à l'« Activité de la C.I.L.B. » doit être rendue plus dynamique grâce à la collaboration des responsables de tous les groupes de travail.

4. Des informations sont données sur les prochaines réunions des groupes de travail et les résolutions parvenues au Secrétariat général, à la suite des précédentes réunions, sont discutées puis approuvées. En particulier le rapport demandé au Dr TADIĆ sur la question de l'introduction de parasites américains pour la lutte biologique contre *Hyphantria cunea* est adopté en vue de sa transmission pour étude aux divers gouvernements intéressés.

5. Le rapport et les propositions budgétaires du Trésorier sont approuvés; des démarches doivent être effectuées pour recueillir les fonds de concours ou subventions nécessaires au développement profitable des études et réalisations des différents Groupes de travail.

P. G.

\* \* \*



## ACTIVITÉ DES GROUPES DE TRAVAIL DE LA C.I.L.B.

## Groupe de travail « Pou de San José »

(quatrième réunion tenue à Nyon, Suisse, les 30 septembre  
et 1<sup>er</sup> octobre 1958)

La réunion du Groupe a été caractérisée par la présentation et la discussion de rapports relatifs soit à des prospections, soit à la potentialité de diverses souches de *Prospaltella perniciosi* tow., soit aux études écologiques poursuivies sur les divers parasites du Pou de San José et au rôle susceptible d'être joué par *Aphytis lignanensis*.

Les résolutions prises par le Groupe de travail font état des divers aspects de ces problèmes en particulier :

1. Après avoir enregistré les résultats des prospections de M. NEUFFER et du Dr SCHMUTTERER en Italie du Nord concernant *Prospaltella fasciata* MALEN et la faune parasitaire des Diaspines et plus particulièrement de *Q. perniciosus* COMST., il souhaite une très large association des spécialistes italiens à l'étude de ces problèmes et demande l'étude approfondie du statut des espèces du genre *Prospaltella*;

2. Il propose de poursuivre l'inventaire de la faune parasitaire des Diaspines dans le Bassin méditerranéen et de prendre en considération leur rôle écologique, à la fois par des prospections et par l'expérimentation notamment en ce qui concerne *Prospaltella fasciata* et les *Aphytis*;

3. Il demande d'accentuer les recherches écologiques sur les formes de *Prospaltella perniciosi* issues des U.S.A., d'U.R.S.S. et de Chine en fonction des conditions écologiques très différentes dans lesquelles elles sont étudiées en Allemagne, en France, en Suisse et en Yougoslavie.

*Le compte rendu polycopié N° 58-5 peut-être demandé au Secrétariat général de la C.I.L.B.*

\*  
\* \*

### Groupe de travail « *Earias* »

(Première réunion tenue à Valencia, Espagne,  
du 26 au 28 novembre 1958)

Le Groupe de travail chargé par la C.I.L.B. de rechercher les méthodes de lutte biologique susceptibles d'être opposées avec succès, à la contamination des cultures cotonnières par le « Ver épineux » (*Earias*), s'est réuni du 26 au 28 novembre 1958 à la Station de phytopathologie agricole de Burjasot près de Valencia (Espagne). Il groupait les représentants de six pays : Espagne, France, Portugal, Maroc, Israël et Turquie et de plusieurs Institutions cotonnières.

Après avoir constaté les insuffisances actuelles de la lutte chimique, il recommande notamment :

- de dresser l'inventaire des parasites et prédateurs d'*Earias* dans le Bassin méditerranéen et d'étudier les répercussions de la lutte chimique contre cette faune utile;

- d'orienter les recherches vers l'utilisation éventuelle des micro-organismes pathogènes;

- d'étendre l'activité du groupe à l'étude de la lutte biologique contre le « Ver rose » (*Platyedra gossypiella*);

- de réunir une documentation aussi complète que possible sur la biologie et la parasitologie de ces ravageurs.

*Le compte rendu polycopié N° 58-6 peut-être demandé au Secrétariat général de la C.I.L.B.*

---



## MÉMOIRES ORIGINAUX

---

### CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOLOGIQUE D'*OPIUS CONCOLOR* SZEPL. (HYM. BRACONIDAE) EN ÉLEVAGE DE LABORATOIRE

PAR

E. BILIOTTI et P. DELANOUE

---

En 1910, MARCHAL obtint, de pupes de *Dacus oleae* récoltées en Tunisie, un Braconide qui fut décrit comme espèce nouvelle par SZEP-  
PLIGETI sous le nom d'*Opius concolor*.

Dès sa découverte, cet auxiliaire suscita de grands espoirs et son introduction ainsi que son acclimatation en vue de la lutte biologique contre la Mouche de l'olive, firent l'objet de plusieurs tentatives notamment en France (POUTIERS, 1921-1923; BALACHOWSKY, 1931), en Italie (SILVESTRI, 1928), en Espagne (NONELL-COMAS, 1926) et en Palestine (BODENHEIMER, 1925). Il ne semble pas que ces différents essais aient été couronnés de succès.

Par ailleurs, *O. concolor* fut retrouvé dans un certain nombre de localités d'Afrique du Nord, en Algérie (DELASSUS, 1924), au Maroc (1923), mais surtout comme parasite d'autres espèces de Trypétides. Le plus important de ces foyers est sans doute celui constitué par la forêt d'Arganiers du Sous marocain où *O. concolor* se développe en parasite de *Ceratitis capitata* WIED. (FÉRON, 1952).

L'un de nous a également obtenu ce Braconide en Tunisie de *Capparimyia savastanii* MARTELLI. Un dernier hôte connu, signalé par SILVESTRI (1916), est constitué par *Carpomyia incompleta* BECKER qui attaque les fruits de *Zizyphus sativa*.

L'existence de ces différents hôtes ainsi que les variations morphologiques observées chez les adultes, posaient l'important problème de l'identité spécifique des *Opius* de différentes provenances.

Un récent travail de FISCHER en 1958 a conclu dans le sens d'une espèce unique mais le problème ne pouvait être éclairci que par une expérimentation biologique et par des élevages contrôlés sur les différents hôtes.



Une telle expérimentation nécessitait la mise au point d'un élevage permanent au laboratoire dont l'utilité avait déjà été soulignée à plusieurs reprises, notamment par SACANTANIS (1957), qui avait lui-même réalisé de premiers essais.

Au cours d'un voyage au Maroc effectué au mois de juillet 1958, M. FÉRON, responsable du groupe de travail *Dacus-Ceratitis* de la C.I.L.B., a récolté un grand nombre de pupes de *Ceratitis* dans la forêt d'Arganiers et a fait parvenir à la Station d'Antibes, la majeure partie des *Opius concolor* qui en sont éclos.

Grâce à l'existence d'un élevage permanent massif, d'un type voisin de celui qui a été décrit récemment par FÉRON, DELANOUE & SORIA (1958), nous avons été en mesure de tenter l'élevage au laboratoire d'*O. concolor* sur *C. capitata*.

Au cours de nos premiers essais, nous avons rencontré quelques difficultés pour obtenir l'accouplement des parasites. Nous avons placé un grand nombre d'adultes des deux sexes dans des cages dont une partie des parois était constituée par du verre et l'autre par un grillage fin; celles-ci étaient déposées à l'extérieur dans un emplacement ensoleillé et partiellement ombré au-dessus d'un bac rempli d'eau assurant une hygrométrie suffisante.

Dans ces conditions, l'activité des Insectes s'accroissait rapidement et on observait des tentatives de copulation extrêmement brèves en général. Des dissections nous ont permis de constater que ces contacts très rapides suffisaient à assurer une fécondation effective. Depuis, l'élevage a lieu entièrement au laboratoire avec seulement un éclairage d'appoint fourni par des tubes luminescents.

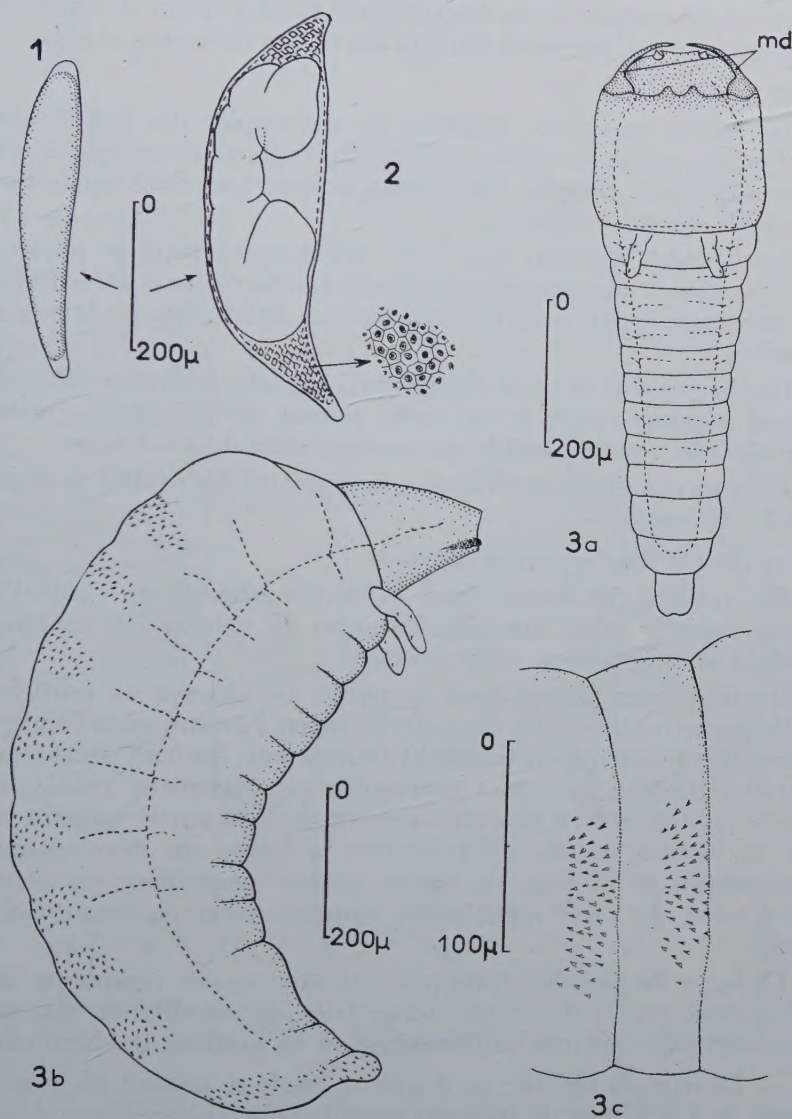
Nous avons obtenu la ponte en cage à l'aide de dispositifs divers; les premiers étaient de petits cylindres de toile métallique du diamètre d'un crayon, intérieurement remplis de larves au troisième stade de *Ceratitis*. Le modèle actuellement en usage se compose d'un manchon de toile de nylon disposé autour d'un cylindre en matière plastique.

Les larves de *C. capitata* sont placées entre le cylindre et le manchon et l'espace dont elles disposent leur permet une certaine activité tout en les maintenant accessibles aux femelles du parasite qui pondent entre les mailles de la toile de nylon.

Les manchons sont vidés périodiquement (plusieurs fois par jour); les pupes des différents lots sont placées à l'étuve dans des boîtes en matière plastique (température 25 °C, hygrométrie 80 %), où leur évolution est suivie. Cette technique nous a permis de conserver un élevage permanent de l'auxiliaire et de réaliser un certain nombre d'observations biologiques que nous résumerons ci-dessous.

### 1° Cycle biologique d'*Opius concolor* SZEPLIGETI

Nous rappelons que tous les résultats qui vont suivre ont été obtenus en utilisant comme hôte *C. capitata* et que l'élevage s'est



L'œuf et la larve du premier stade d'*Opius concolor* SZEPL.

FIG. 1. — Œuf d'*Opius concolor*.

FIG. 2. — Œuf en cours d'évolution (détail de la séreuse).

FIG. 3. — Larve du premier stade :

3a : à l'éclosion (Md : mandibules);

3b : en fin d'évolution;

3c : détail de l'ornementation tégumentaire des segments médians.



déroulé au laboratoire à une température de 24 à 25 °C. D'importantes variations ont été observées dans la durée des différents stadés.

a) *Imagos* :

Les mâles paraissent capables de s'accoupler dès leur éclosion. Les femelles présentent des ovaires du type « méroïstique-polytrophique » fréquent chez les Braconides, comportant deux longues ovaires pour chaque ovaire.

Les glandes à venin sont bien développées mais la piqure ne donne pas lieu à une paralysie de l'hôte. Les larves parasitées forment leur puparium à peu près dans les mêmes délais que les larves non attaquées.

Dès la sortie de la pupa de *Ceratitis*, la partie inférieure des gaines contient plusieurs œufs à un stade avancé de l'ovogénèse mais la ponte ne nous a paru possible qu'après un délai de 4 à 5 jours.

Dans les conditions de l'élevage, la longévité des adultes ne dépasse pas 15 à 20 jours.

b) *Œuf et développement larvaire* :

Dès qu'il a été déposé dans la cavité générale de l'hôte l'œuf d'*Opius concolor* subit une augmentation de volume qui marque le début du développement embryonnaire.

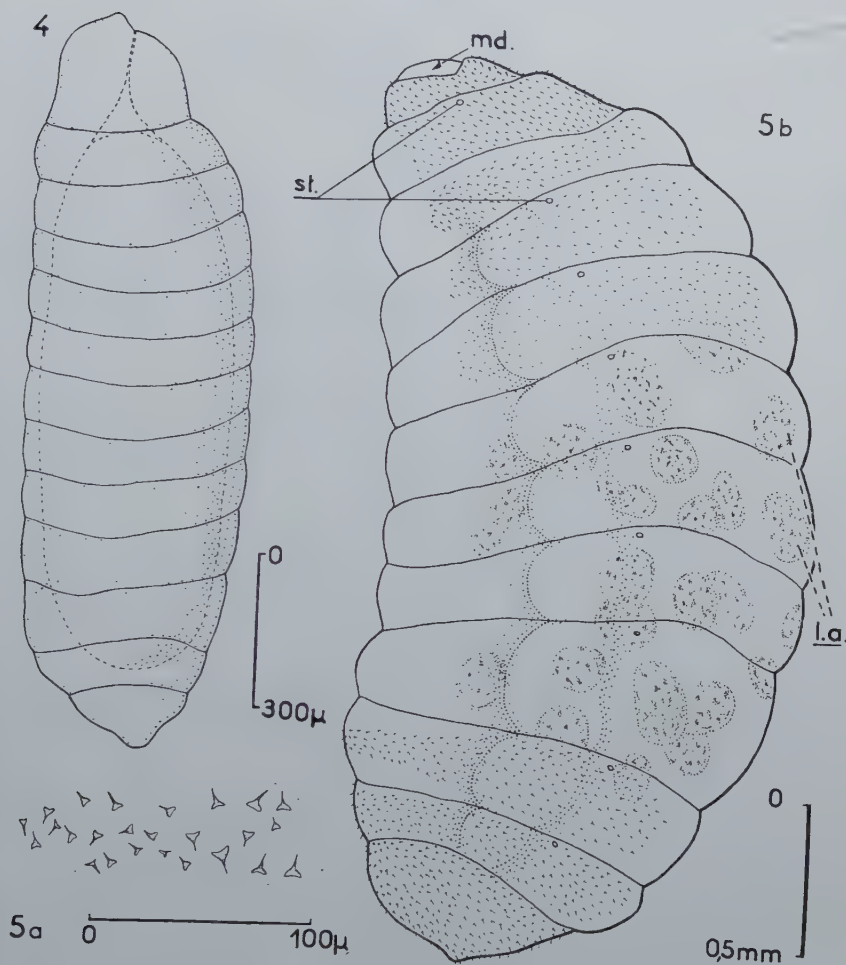
Quatre à cinq heures après la ponte, on observe un renflement dans la partie médiane et il est facile de suivre l'évolution de l'embryon à travers le chorion qui est très fin et transparent. Au bout de 24 heures, la larve recourbée aux deux extrémités est nettement visible, à ce stade le chorion se fend transversalement dans sa partie médiane et la larve se trouve libérée. (Notons que la durée du développement embryonnaire et la plus ou moins grande persistance du chorion varient selon que l'œuf a été pondu dans une larve de *Ceratitis* ou de *Dacus*.)

La larve du premier stade présente une capsule céphalique large et chitineuse munie d'une très forte paire de mandibules, une paire d'appendices thoraciques indifférenciés, et un système trachéen clos.

— La mue du premier au deuxième stade se produit en moyenne au bout de 1 à 2 jours, la larve du second stade est sacciforme dépourvue de mandibules et de système trachéen, ce qui explique pourquoi elle n'avait pas été retrouvée par MARCHAL (1911), dans ses dissections de pupes.

— La larve du troisième stade apparaît généralement un jour plus tard, elle est dotée de mandibules et d'un système trachéen bien différenciés. La durée de son évolution varie de 4 à 7 jours et elle donne naissance à la nymphe dont l'orientation à l'intérieur de la pupa de l'hôte est à peu près constante (tête vers l'extrémité antérieure de la pupa) dans notre élevage.





Larve d'*Opius concolor* SZEPL.

FIG. 4. — Larve du deuxième stade.

FIG. 5. — Larve du troisième stade ou larve mûre :

5a : détail de l'ornementation des téguments;

5b : aspect d'ensemble (md : mandibules; st. : stigmates; l.a. : lobes adipeux).

D'abord entièrement blanche, la nymphe se pigmente progressivement en jaune tandis que les yeux deviennent noirs; son évolution dure 6 à 15 jours ou même davantage.

Le processus de l'éclosion de l'adulte peut être observé facilement par transparence, il dure de 6 à 7 minutes seulement.

Nous avons groupé (figures 1 à 5) les dessins schématiques de l'œuf et des stades larvaires successifs. Le tégument de la larve parasite porte des spicules très fins d'abord limités à des plages réparties le long de la ligne médio-dorsale au cours du premier stade, puis recouvrant beaucoup plus largement les côtés du corps au troisième stade. Sur le dessin figurant cette dernière forme larvaire, la représentation des spicules a été interrompue dans la zone médiane afin de permettre l'indication des îlots arrondis de tissus adipeux de couleur blanche nettement visibles par transparence sur le vivant (\*).

## 2° Choix de l'hôte et comportement

Nous avons profité des possibilités offertes par notre élevage pour rechercher une confirmation biologique de l'identité des *Opius* provenant de *Ceratitis* et de ceux issus de *Dacus*.

Nous avons donc offert aux adultes de notre élevage, des olives contenant des larves de *Dacus* en fin d'évolution. Celles-ci ont été immédiatement attaquées, ont reçu de nombreux œufs et donné naissance à une génération normale du parasite.

De premières observations nous indiquent cependant qu'il doit exister des différences dans le développement endoparasitaire ainsi que nous l'avons signalé plus haut.

Il ne nous a pas encore été possible de réaliser de véritables expériences de compétition entre les larves des deux Trypétides vis-à-vis de leur attractivité pour les adultes d'*Opius* mais l'observation élémentaire indique une préférence nette en faveur de *Dacus*.

Dans les conditions de notre élevage, les larves de *Ceratitis* peuvent être attaquées plusieurs fois par les femelles pondeuses du parasite.

Les cicatrices dues aux perforations de la tarière sont très nettement visibles sur les larves où elles apparaissent comme des points noirs de 0,04 mm environ, parfaitement circulaires et qui ne peuvent être confondus avec les traces laissées par les morsures d'autres larves. On les retrouve également sur les pupes ce qui permet un contrôle approximatif des relations existant entre la perforation et le dépôt de l'œuf. Il apparaît que l'introduction de la tarière, n'est pas toujours suivie de l'émission d'un œuf et qu'un seul œuf est déposé lors de chaque introduction.

Nous avons fréquemment observé des cas de superparasitisme

(\*) Les dessins sont dus à notre collègue BÉNASSY que nous remercions vivement.

(jusqu'à 8 œufs dans des larves de *Ceratitis* et plus de 50 dans celles de *Dacus*).

L'élimination des larves parasites en surnombre semble se faire au premier stade par attaque directe (on n'observe jamais la sortie de plus d'un individu par puppe), une attaque excessive entraîne la mort de l'hôte dans le puparium.

### Conclusion

Il est possible de réaliser au laboratoire un élevage permanent d'*Opius concolor* en utilisant comme hôtes des larves du troisième stade de *C. capitata*.

Les *Opius* obtenus dans un tel élevage parasitent volontiers et avec succès les larves de *Dacus oleae*.

La souche de laboratoire ainsi constituée permettra d'étudier de nombreux points encore mal connus de la biologie du parasite et notamment les modalités du choix de l'hôte par la femelle pondeuse et le déterminisme du développement endoparasitaire dans les deux hôtes.

Il serait utile de préciser si des lignées écologiques se sont différenciées en reprenant notamment la même expérimentation avec *O. siculus* MONASTERO (MONASTERO 1934).

Il serait également intéressant d'étendre l'expérimentation à d'autres espèces de Trypétides et notamment aux hôtes d'*Opius humilis* SILVESTRI que FISCHER estime pouvoir être un synonyme de *concolor*, d'après la description de SILVESTRI (1914), et qui a été très largement utilisé par les entomologistes américains aux Îles Hawaii à la suite des premiers travaux de BACK et PEMBERTON (1915).

De plus cet élevage de laboratoire pourrait éventuellement servir de point de départ pour l'étude et la réalisation d'une multiplication industrielle en vue de la lutte biologique.

### SUMMARY

It is possible to obtain a permanent breeding of *Opius concolor* by use of third instar larvae of *Ceratitis capitata* as host. The *Opius* obtained by such breeding will accept to parasitize successfully the larvae of *Dacus oleae*.

This breeding will allow the study of many obscure points of the biology of the parasite, mainly conditions by which the host is chosen by the laying female and the reason of the endoparasitical development in the two hosts.

It should be useful to know if the ecological strains are differentiated by similar experimentation with *O. siculus* MONASTERO. It should be also interesting to extend this experience to other Trypetid species (for instance to the hosts of *Opius humilis* SILV. : Braconid which is spread in Hawaii might be a synonym of *concolor* as FISCHER supposes).

This breeding could be eventually used to start the study and realisation of industrial multiplications in view of the biological control applications.



## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME. — 1923. The olive fly (*Dacus oleae*) and its parasites in Morocco. — *Intern. Rev. Sci. & Pract. Agric.* (n. sér.), **1** (3), 783.
- BACK, E. A. & C. E. PEMBERTON. — 1915. Parasitism among the larvae of the Mediterranean Fruit fly (*Ceratitis capitata*) in Hawaii during 1914. — *Hawaii Bd. Agric. & Forestry, Div. Entom.*, 153-161.
- BALACHOWSKY, A. — 1931. Travaux des laboratoires en 1930. Insectarium d'Antibes : Élevages d'insectes auxiliaires. — *Ann. Epiph.*, **17**, 96.
- BODENHEIMER, F. S. — 1925. The olive fly (*Dacus oleae* rossi), in Palestine. — *Zionist. Organ. Inst. Agric. & Nat. Hist. Agric. Exp. Stat.* (6), 16 p.
- DELASSUS, M. — 1924. Les Insectes ennemis de l'Olivier en Algérie. — *Rev. Agric. Afriq. du Nord*, **22** (239/240), 136-139 et 151-155.
- DELUCCHI, V. — 1957. Les parasites de la Mouche des olives. — *Entom.*, **2** (2), 107-118.
- FÉRON, M. — 1952. Observations sur le parasitisme de *Ceratitis capitata* WIED. dans le Sous marocain. — *Rev. Path. Vég. & Ent. Agric.*, **31** (2), 99-102.
- 1954. Le développement et la pullulation de la Mouche de l'olive, *Dacus oleae* GMEI. et de son parasite *Opius concolor* SZEPL. en Tunisie. — *Rev. Path. Vég. & Ent. Agric.*, **33** (1), 3-30.
- FÉRON, M., P. DELANOUE & F. SORIA. — 1958. L'élevage massif artificiel de *Ceratitis capitata* WIED. — *Entomophaga*, **3** (1), 45-53.
- FISCHER, M. — 1958. Über die Variabilität von Taxonomisch Wichtigen Merkmalen bei *Opius concolor* SZEPL. (Hym. Braconidae). — *Entomophaga*, **3** (1), 55-56.
- MARCHAL, P. — 1910. Sur un Braconide (Hym.) nouveau, parasite de *Dacus oleae*. — *Bull. Soc. Ent. Fr.*, (13), 243-244.
- 1911. Les parasites de la Mouche des olives en Tunisie. — *C.-R. Ac. Sci.*, 1-4 (janvier 1911).
- MARTELLI, G. M. — 1937. Contributo alla conoscenza biologica del *Dacus oleae* rossi e dei suoi parassiti in Tripolitania. — *Agr. Libica*, **6** (3/4), 9 p. — *Agr. Colon.*, **31** (4), 149-155.
- MONASTERO, S. — 1934. La scoperta dell '*O. siculus* MON. in Sicilia e la lotta contro la mosca dell'olivo. — *L'Avanguardia rurale*.
- NONELL COMAS, J. — 1926. La lucha contra la mosca de la aceituna (*Dacus oleae*). — *Bol. Estac. Path. Végét.*, **1** (4), 137-139.
- POUTIERS, R. — 1921. Rapports sommaires sur les travaux des laboratoires de l'Insectarium de Menton. Élevage d'Insectes auxiliaires. — *Ann. Epiph.*, **8**, 325-326.
- 1923. La lutte contre le *Dacus* en France. — *VI<sup>e</sup> Congrès Intern. d'Oleicult.* (Nice les 14-19 octobre 1923), 152-158.
- 1923-1924. Utilisation et élevage des Insectes auxiliaires. — *Rev. Zool. Agr. & Appl.*, (22), 209-216 ; (23), 273-279.
- SACANTANIS, K. — 1957. Sur l'élevage permanent d'*Opius concolor* SZEPL. — *Colloques d'Antibes les 20-22 novembre 1956*. — *Entomophaga*, **2** (2), 103.
- SILVESTRI, F. — 1914. Viaggio in Africa per cercare parassiti di mosche dei frutti. — *Boll. Lab. Portici*, **8**, 3-164.
- 1916. Sulle specie di *Trypanecidae* (Diptera) del genere *Carpomyia* dannose ai frutti di *Zizyphus*, *Carpomyia incompleta* BECKER. — *Boll. lab. Portici*, **11**, 179-181.
- 1923. État actuel de la lutte contre la Mouche de l'olive. — *VI<sup>e</sup> Congrès Intern. d'Oleicult.* (Nice, 14-19 octobre 1923), 48-77.
- SZEPLIGETI, G. V. — 1910 - in MARCHAL. — *Bull. Soc. Ent. Fr.*, (15), 244.

(Institut national de la Recherche agronomique.  
Station de zoologie agricole d'Antibes.)

# REPORT ON DIAGNOSIS OF BACTERIA ISOLATED FROM INSECTS (1954-1958)

BY

OLEG LYSENKO

---

Even though many bacterial species isolated from insects have been described in literature (as summarised by STEINHAUS 1947, 1949), our present knowledge of ecology of entomogenous bacteria is rather unsufficient so far. During the years 1954-1958 a microflora of several insect species has been investigated in author's laboratory. A special attention has been paid to sick or died insect pests both from cultures and from nature, and strains insolated have been deposited in the Culture Collection of the Laboratory (LYSENKO 1958 *b*). The purpose of the present paper is to report briefly the results of their determination. The writer is of the opinion that these results may be of some interest besides of insect-pathologists also of other workers interested in bacterial ecology.

## Material and methods

Source and origin as well as the symptomatology of investigated insect species are given in the list of examined insects. The isolation of bacteria was made mostly from the body cavity of insects by means of commonly used methods. The determinative methods as well as the preparation of media were those of Manual of Microbiological Methods (1957). *BERGEY'S Manual* (1948, 1957) was used for the determination, except for *Enterobacteriaceae* determined according to papers of KAUFFMANN (1956), COWAN (1956) and Report (1958).

## The List of Bacteria Isolated

In the brackets there are listed the number of the strain under which it is deposited in the Culture Collection of Entomogenous Bacteria (C.C.E.B.) of the Laboratory and the atypical features in which the strain differs from the description. Signs used here are that of KAUFFMANN et al. (1956).

***Aporia crataegi* L. (Lep.).**

April 1957, Prešov, Czechoslovakia. Dead caterpillars. As the cause of the infection seems to be *Pseudomonas septica*.

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (177) (232 : peptonisation and reduction in litmus milk).

*Pseudomonas* sp. (230).

*Klebsiella pneumoniae* (SCHROETER) TREVISAN (168 : indole +, gas from glucose only at 25 °C) (169 : VP  $\pm$ , MR  $\pm$ , KCN  $\times$ )

*Alcaligenes marshallii* BERGEY & al. (173 : NO<sub>3</sub> +).

*Flavobacterium rhenanum* (MIGULA) BERGEY & al. (174, 175).

*Flavobacterium diffusum* (FRANKLAND AND FRANKLAND) BERGEY & al. (176 : gelatin —).

*Flavobacterium* sp. (262).

***Bombyx mori* L. (Lep.).**

August 1954. Septicaemia of caterpillars in the laboratory cultures. As probable cause of infection *S. marcescens* was found (WEISER & LYSENKO 1956).

*Serratia marcescens* BIZIO (006 : *Bacillus noctuarum* see LYSENKO 1958 c.).

*Sarcina flava* DE BARY.

August 1956. Modřany near Praha, Czechoslovakia. Caterpillars from a great epizootic in which the mortality reached 80 %. Infection was evoked by *S. bombycis* with subsequent action of *P. septica* and other accompanied bacteria.

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (90 : NO<sub>3</sub> +).

*Micrococcus candidus* COHN (093).

*Staphylococcus saprophyticus* (FAIBROTHER emend) SHAW & al. (091).

*Streptococcus faecalis* ANDREWES & HORDER-*S. faecium* ORLA-JENSEN intermediate (79, 80 : *S. bombycis* see LYSENKO 1958 a).

*Alcaligenes bookeri* (FORD) BERGEY & al. (082 : gelatin —).

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (087 : *Coccobacillus acridiorum*, see LYSENKO 1958 c).

*Bacillus subtilis* COHN emend. PRAZMOWSKI (081 : *Bacillus vulgatus*).

September 1956. Died caterpillars from the laboratory cultures; strains isolated by Dr. VAŇKOVÁ, who has studied also their pathogenicity (VAŇKOVÁ 1959).

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (085).

*Klebsiella pneumoniae* (SCHROETER) TREVISAN (084 : indole +).

*Hafnia alvei* (BAHR) MOELLER (086 : lactose +, dulcit +, H<sub>2</sub>S —, MR +, KCN +).



*Achromobacter* sp. (083).

*Flavobacterium* sp. (097).

*Pseudomonas putida* (TREVISAN) MIGULA (088 : maximum temperature for growth 30 °C).

*Micrococcus caseolyticus* EWANS (094 : white colonies).

*Micrococcus varians* MIGULA (092 : NO<sub>3</sub> ×).

*Streptococcus faecalis* ANDREWS & HORDER-*S. faecium* ORLA-JENSEN intermediate (078 : *S. bombycis* see LYSENKO 1958 a).

*Streptococcus salivarius* ANDREWS & HORDER.

September 1956. Dead caterpillars obtained from Dr. VASILJEVIĆ, Inst. Plant Protection, Zemun, Yugoslavia.

*Serratia marcescens* BIZIO (089 : non pigmenting strain).

*Streptococcus faecalis* ANDREWS & HORDER-*S. faecium* ORLA-JENSEN intermediate (078 : *S. bombycis* see LYSENKO 1958 a).

September 1956. Dead caterpillars from laboratory cultures obtained from Dr. VEBER.

*Micrococcus caseolyticus* EVANS (095).

August-September 1957. Died caterpillars from laboratory cultures.

*Pseudomonas mildenbergii* BERGEY & al. (231 : litmus milk alkaline).

*Streptococcus faecalis* ANDREWS & HORDER-*S. faecium* Orla-Jensen intermediate (199, 248 : *S. bombycis* see LYSENKO 1958 a).

*Flavobacterium* spp. (275, 258, 264, 266, 267, 268, 269).

*Brevibacterium* sp. (resembling *B. fuscum*; see LYSENKO 1959) (277). mulberry leaves from silkworm cultures :

*Pseudomonas fluorescens* MIGULA (228).

*Bupalus piniarius* L. (*Lep.*).

November 1957. Deaed caterpillars with black points on their body. Microscopically Gram-positive diplococci were found in pure culture, identified as.

*Streptococcus faecalis* ANDREWS & HORDER.

March 1955. Dead caterpillars obtained from Prof. KOEHLER, Inst. of Forestry, Warszawa, Poland. Septicaemia.

*Pseudomonas reptilivora* CALDWELL & RYERSON (008 : NO<sub>3</sub> ×).

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (009 : reduction and peptonisation in litmus milk).

*Klebsiella pneumoniae* (SCHROETER) TREVISAN.

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (020 : KCN ×, MR +, gas in glucose only at 25 °C).

*Brevibacterium quale* (STEINHAUS) BREED (litmus milk acid, reduced and coagulated).

*Brevibacterium tegumenticola* (STEINHAUS) BREED (additional characters : MR +, VP —, urease —, citrates —, inosite ++).

*Cacoecia crataegana* HÜBNER (*Lep.*).

June 1957. Died caterpillars from a great forest epizootic in forest (KUDLER & *al.* 1958). Mortality of caterpillars caused perhaps by *Pseudomonas chlororaphis*.

*Pseudomonas chlororaphis* BERGEY & *al.* (004).

*Flavobacterium* sp. (367, 368 : biochemically resembling *Serratia marcescens*).

*Cacoecia murinana* HÜBNER (*Lep.*).

July 1955. Dead caterpillars. Žarnovica, Slovakia, Czechoslovakia. Septicaemia.

*Achromobacter superficiale* (JORDAN) BERGEY & *al.* (018 : gelatin —).

*Carpocapsa pomonella* L. (*Lep.*).

January 1958. Died caterpillars from laboratory cultures of Dr. WEISER.

*Bacillus subtilis* COHN emend. Prazmowski (*B. vulgaris*).

*Chironomus plumosus* L. (*Dip.*).

1954-1955. River Vltava in Praha. Studies on the microflora of midge larvae (LYSENKO 1955). Isolations made from the gut of health larvae.

*Aeromonas liquefaciens* (BEIJERINCK) KLUYVER & VAN NIEL (anaerogenic, not pathogenic for mice).

*Micrococcus candidus* COHN (11, 12).

*Micrococcus* sp. (10).

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (19 : gas from glycerol, MR +).

*Achromobacter iophagus* (GRAY & THORNTON) BERGEY & *al.* (16 : gelatin —).

*Achromobacter* sp. (17).

*Alcaligenes viscolactis* (MEZ) BREED (15 : *A. viscosus* var. *dissimilis* LONG & HAMMER).

*Bacillus circulans* JORDAN emend. FORD (026).

*Dolerus gonager* FABRICIUS (*Hym.*).

May 1958. Laboratory cultures for physiological studies. Dead

larvae obtained from Dr. SLAMA. Septicaemia. In pure culture isolated.

*Serratia marcescens* (354, 355, 353, 368 : non pigmenting).

Dead larvae from another culture.

*Proteus vulgarie* HAUSER.

*Dolerus nigratus* MÜLLER (*Hym.*).

May 1958. The same source as by *D. gonager*.

*Proteus vulgaris* HAUSER (359 : anaerogenic strain).

*Euproctis chrysorrhoea* L. (*Lep.*).

May 1957. Dead caterpillars from laboratory cultures of the Institute for Plant Protection, Invanka pri Dunaji, Czechoslovakia. Septicaemia. June 1957. Died caterpillars from culture in the Laboratory.

*Pseudomonas chlororaphis* (GUIGNARD & SAUVAGEAU) BERGEY & *al.* (004 :  $\text{NO}_3$  —, litmus milk acid).

*Pseudomonas putida* (TREVISAN) MIGULA (litmus milk reduced and peptonized).

*Escherichia coli*—*Citrobacter freundii* intermediate (170 : urease +, KCN  $\times$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  —).

*Flavobacterium* spp. (260, 261).

*Hyphantria cunea* DRURY (*Lep.*).

April 1957. Dead caterpillars obtained from a laboratory culture of Dr. VEBER. Pure culture of pseudomonad which evoked septicaemia.

*Pseudomonas striata* CHESTER (349 :  $\text{NO}_3$  —).

May 1958. Died caterpillars which had been infected by microsporidia *Thelohania hyphantriae*; laboratory experiments of Dr. WEISER. As a predominated bacterial species has been isolated :

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (300, 302, 299 : gas from glycerol).

March 1958. Dried polyhedral viral material for preparation of sprays for biological control of *Hyphantria cunea* prepared from died caterpillars. This preparation is manufactured by the « Filaxia » a factory in Hungary; obtained from Dr. VEBER from the Laboratory.

*Brevibacterium ammoniagenes* (see LYSENKO 1959) (364).



*Bacillus cereus* FRANKLAND & FRANKLAND (362 : strain ist not pathogenic for silkworm caterpillars by feeding).

*Bacillus pumilus* GOTTHEIL (360).

*Ips curvidens* GERMAR (Col.).

May 1957. Dead caterpillars obtained from Dr. WEISER. Disease caused by the microsporidia *Nosema curvidens* with accompanied infection of

*Serratia marcescens* BIZIO (167 : KCN —, MR +).

*Leptinotarsa decemlineata* SAY (Col.).

1955. Dead beetles.

*Alcaligenes recti* (FORD) BERGEY & al. (014).

*Lymantria dispar* L. (Lep.).

May 1957. Died carterpillars from laboratory cultures from Báňská Štiavnica, Czechoslovakia. Polyhedral virus infection accompanied with

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (166).

*Achromobacter* sp. (165).

*Megachile* sp. (Apidae).

September 1957. Died larvae on « foul broad ». In pure culture insolated

*Serratia marcescens* BIZIO (213 : *Bacillus noctuarum* see LYSENKO 1958 e).

*Phyllopertha* sp. (Col.).

October 1957. Dead larvae collected in field soil by Dr. WEISER in Kežmarok, Czechoslovakia. The infection was caused by the pseudomonas.

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (229).

*Bacillus cereus* var. *mycoides* (FLUGE) BERGEY & al. (014).

*Pyrausta nubilalis* HUBNER (Lep.).

April 1957. Died caterpillars attacked by nemathodes *Neoplectana carpocapsae* and by microsporidia *Peresia pyraustae* as has been diagnosed by Dr. WEISER. Accompanied bacterial infection was caused by.

*Alcaligenes marshallii* BERGEY & al. (171, 172).

*Saperda carcharias* L. (Col.).

February 1958. Dead larvae with black points on their body surface. The contents of the body cavity is white resembling cheese. Material obtained from Mikulov, Czechoslovakia.

sample 1st :

*Klebsiella pneumoniae* (SCHROETER) MIGULA (298 : arginine decarboxylase +).

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. 350 : litmus milk reduced).

sample 2nd : from body surface :

*Pseudomonas putida* (TREVISAN) MIGULA (347 : litmus milk alkaline).

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (346).  
from the body cavity :

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (301).

*Serratia marcescens* BIZIO (308, 309 : non pigmenting strains).

*Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA (344).

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (346).

*Corynebacterium* sp. (365 : resembling *C. parvometabolum*).

*Brevibacterium* sp. (366 see LYSENKO 1959).

*Bacillus cereus* FRANKLAND & FRANKLAND (363).

*Alcaligenes viscolactis* (MEZ) BREED (312).

*Saturnia pyri* DENIS & SCHIFFEMULLER (Lep.).

August 1956. Septicaemia in caterpillars from culture of the Laboratory. Material obtained from Dr. NOVAK. Infection was evoked by.

*Pseudomonas reptilivora* CALDWELL & RYERSON (032).

*Xyloterus lineatus* OLIVIER (Col.).

March 1958. Dead beetles obtained from ing. V. NOVAK (Forest. Inst., Strnady near Praha). As cause of the infection *Pseudomonas septica* has been found; strains of this bacterium has been isolated from each animal examined, in some about of 20 strains.

*Pseudomonas caviae* SCHERAGO (348 : indole —, does not grow at 37 °C).

*Pseudomonas septica* (STUTZER & WSOROW) BERGEY & al. (345).

*Cloaca cloacae* (JORDAN) CASTELLANI & CHALMERS (303) (310 : arginine de carboxylase —).

*Bacillus coagulans* HAMMER (361).

## RÉSUMÉ

Des recherches ont été réalisées de 1954 à 1958 en vue de préciser la microflore de plusieurs espèces d'insectes et de mieux connaître l'écologie des bactéries qu'ils hébergent. Les insectes nuisibles trouvés malades ou morts, soit dans la nature, soit au cours d'élevages ont particulièrement retenu l'attention.

Les souches obtenues sont déposées dans les collections du laboratoire sous les numéros précisés entre parenthèses. Les signes utilisés dans les descriptions sont ceux de KAUFFMANN & al. (1956).

Les insectes étudiés se répartissent dans les ordres et genres suivants :

Lépidoptères (*Aporia*, *Bombyx*, *Bupalus*, *Cacoecia*, *Carpocapsa*, *Euproctis*, *Hyphantria*, *Lymantria*, *Pyrausta*, *Saturnia*).

Coléoptères (*Leptinotarsa*, *Ips*, *Phyllopertha*, *Saperda*, *Xyloterus*)

Hyménoptères (*Dolerus*, *Megachile*).

Diptères (*Chironomus*).

## REFERENCES

- BERGEY'S Manual of Determinative Bacteriology. — 1948. Edited by R. S. BREED, E. G. D. MURRAY & A. P. HITCHENS. — *Williams & Wilkins Co.*, Baltimore.
- BERGEY'S Manual of Determinative Bacteriology. — 1957. Edited by R. S. BREED, E. G. D. MURRAY & N. R. SMITH. — *Williams & Wilkins Co.*, Baltimore.
- COWAN, S. T. — 1956. Taxonomic rank of *Enterobacteriaceae* « groups ». — *J. gen. Microbiol.*, **15**, 345-358.
- Report of the *Enterobacteriaceae* Subcommittee of the Nomenclature Committee of the International Association of Microbiological Societies. — 1958. *Internatl. Bull. Bact. Nom. Tax.*, **8**, 25-70.
- KAUFFMANN, F. — 1956. A simplified biochemical table of *Enterobacteriaceae*. *Acta. Pathol. et Microbiol. Scand.*, **39**, 103-106.
- KAUFFMANN, F., P. R. EDWARDS & W. H. EWING. — 1956. The principles of group differentiation within the *Enterobacteriaceae* by biochemical methods. — *Internatl. Bull. Bact. Nom. Tax.*, **6**, 29-33.
- KUDLER, J., O. LYSENKO & R. HOCHMUT. — 1958. Možnosti biologického boje proti obaleči hlohovému pomocí umělé bakteriální nákazy. — *Lesnická práce*, **37**, 400-405.
- LYSENKO, O. — 1955. Vliv pakomára *Chironomus plumosus* na některé střevní mikroorganismy. — *Dissertation work. Faculty of Biology of Charles University*, Praha, 1955.
- 1958a. *Streptococcus bombycis*, its Taxonomy and Pathogenicity for Silkworm Caterpillars. — *J. gen. Microbiol.*, **18**, 774-781.
- 1958b. Catalogue of strains of bacteria deposited in the collection of the Laboratory. — *Mimeographed publ. of Lab. Insect. Pathol.*, Praha.
- 1958c. Contribution to the taxonomical position of *Coccobacillus acridiorum* D'HERELLE. — *Folia biologica*, in press.
- 1959. The Occurrence of Species of the genus *Brevibacterium* in insects. — *J. Insect Pathology*, in press.
- Manual of Microbiological Methods. — 1957. Edited by the Society of American Bacteriologists. — *McGraw-Hill Book Co., Inc.*, New York.
- STEINHAUS, E. A. — 1947. Insect Microbiology. — *Comstock Publ. Co.*, Ithaca, N. Y.
- 1949. Principles of Insect Pathology. — *McGraw-Hill Co.*, New York.
- VAŇKOVÁ, J. — 1959. in press.
- WEISER, J. & O. LYSENKO. — 1956. Septikemie bource morušového. — *Československá mikrobiologie*, **1**, 216-222.

(Laboratory of Insect Pathology, Institute of Biology, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha, Czechoslovakia.)



# RECHERCHES SUR LA CULTURE DE TISSUS EN VIROLOGIE DES INSECTES

PAR

C. VAGO (\*)

---

## Introduction

Les progrès récents réalisés dans l'étude de la pathogénèse des viroses de l'Homme et des Vertébrés, sont en grande partie liés à la possibilité de suivre l'évolution des virus, non seulement à l'intérieur d'un organisme, mais également sur les cellules cultivées *in vitro*. On arrive en effet, à observer la vie cellulaire dans un milieu défini dans lequel on introduit à volonté des éléments chimiques ou microbiologiques divers. On peut examiner au microscope électronique le développement des virus à des étapes régulières de la pathogénèse et analyser la déviation métabolique.

De telles études ont supposé une évolution rapide de la technique de culture des cellules. En ce qui concerne les tissus des animaux supérieurs, de nombreux travaux de base ont été faits, selon les techniques de BORREL, CARREL ou leurs contemporains, réalisant l'émigration et la multiplication des cellules d'un explant d'organe. La constitution de lignées de cellules était un grand pas vers la transformation de la culture de tissus en une technique virologique. Elle l'est devenue plus encore depuis la mise au point de milieux mi-synthétiques et de la culture, sur grande surface, de cellules dispersées par voie enzymatique et surtout depuis l'emploi de souches cancéreuses particulièrement faciles à maintenir.

Contrairement à cette évolution particulière, pour la culture des tissus d'Invertébrés on a enregistré fort peu de recherches jusqu'à ces dernières années et la majorité des résultats énumérés concernent rarement les tissus de ce groupe.

(\*) Présenté au deuxième Colloque de la C.I.L.B. sur la Pathologie des Insectes à Paris le 23 octobre 1958.

## Aperçu historique des travaux sur les cultures de tissus d'Invertébrés et des études virologiques *in vitro*

C'est certainement à l'évolution peu avancée de la pathologie des Invertébrés au début du siècle, que nous pouvons attribuer le nombre réduit de tentatives de culture de tissus d'insectes à une époque où beaucoup de chercheurs s'en occupent déjà pour les tissus de Vertébrés.

Ainsi, nous notons surtout des essais sur le maintien en survie d'organes d'insectes en solutions salines et nous retenons particulièrement les expériences de GOLDSCHMIDT (1915) sur *Samia* et celles de LEWIS et ROBERTSON (1916) qui ont complété les solutions avec des sucres, de la peptone ou un bouillon de sauterelles *Chorthippus*.

La survie de fragments de planaires a été suivie *in vitro* (MURRAY, 1926) et la continuation de l'émission de lymphocytes de Crustacés a été notée après la séparation de la glande lymphocyto-gène de l'organisme vivant (FISCHER-PIETTE, 1929). Différents organes d'Escargots ont été placés dans des solutions physiologiques et l'apparition de cellules autour de ces fragments a été notée (GATENBY, 1931; GATENBY *et al.* 1935; HILL, 1934; BOHUSLAV, 1933).

La survie des amœbocytes probablement d'origine hémocytaire, dans le sang de larves d'*Oryctes*, de *Periplaneta*, de *Bombyx* et de *Samia crecopia* a été notée (LAZARENKO, 1925) ainsi que celle de disques imaginaires dans le sang de Diptères (FREW, 1928).

TRAGER (1935) s'adresse à une solution composée selon un principe semblable à celui de LEWIS et ROBERTSON, mais plus perfectionné, lorsqu'il envisage la culture des gonades femelles de *Bombyx mori* et observe l'émigration des cellules amœboïdes.

Même après 1940, les travaux restent rares. Notons en dehors de nombreux résultats négatifs (GOODSCHILD, 1954; GRACE, 1954; BECKEL, 1951, etc.) l'étude des cellules sanguines de Forficule en survie dans l'hémolymph (ARVY, GABE, 1946), celle du développement d'ébauches imaginaires de Diptère (DEMAL, 1956), le maintien *in vitro* des fragments d'embryon de *Bombyx* (WADA, 1954) et l'émigration de cellules de *Rhodnius* (GAVRILOV, COWEY, 1941).

Nous voyions dès 1953 que l'étude de certains processus de pathogénèse des virus d'insectes ne pouvait être continuée qu'en culture de cellules : une comparaison du bilan des connaissances sur la technique de la culture de tissus chez les insectes avec les acquisitions de celles des Vertébrés s'est donc imposée.

Une telle comparaison a montré avant tout que les travaux réalisés ne représentent que des fragments d'observations desquels un principe applicable en virologie d'insectes ne s'est pas dégagé.

Il n'existait pas, notamment, un milieu standard ayant permis effectivement une multiplication régulière des cellules en grande

surface et les cultures n'ont pas pu être repiquées. Donc aucune possibilité d'établissement de souche n'existait.

La durée des cultures de tissus était courte ; celles-ci n'ont été réalisées qu'en gouttes pendantes, méthode peu propice aux études virologiques et qui d'ailleurs a été pratiquement abandonnée pour les Vertébrés.

Ensuite, les observations ne portent que sur un nombre très limité d'espèces d'insectes alors que les virus à étudier attestent une spécificité. Enfin, la mise au point de la culture en couches monocellulaires sur grande surface était l'une des conditions essentielles du progrès.

Compte tenu de ces remarques, nous avons tenté, avec Mlle CHASTANG (S.) de perfectionner la culture de tissus chez les insectes en vue de l'utiliser pour des études virologiques.

### Recherches sur la culture de tissus d'insectes

Ces considérations ont fait prévoir un programme progressif devant commencer par des travaux sur les milieux et sur les méthodes adaptés aux particularités des tissus d'insectes. Ensuite, la culture de divers tissus provenant d'espèces différentes a été essayée. Enfin, nous avons tenté la réalisation de lignées cellulaires, la culture de cellules dispersées et la survie d'organes. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour et concernant chacun de ces problèmes seront résumés.

#### a) MISE AU POINT DE MILIEUX.

Peu de données étaient disponibles sur les éléments de composition d'un milieu comparable à ceux employés pour les Vertébrés et pouvant s'adapter aux tissus d'insectes.

Il était normal de concevoir parmi les composants, des sels minéraux, des glucides, des acides aminés, des tampons, d'éventuels lipides et enfin des facteurs de croissance.

Pour la composition de la solution saline, certaines données numériques, souvent contradictoires, figurent dans les travaux de physiologie visant d'autres buts que la culture de tissus. Nos calculs ont été faits surtout d'après nos données expérimentales et celles de Mme DRILHON (1950), AUCLAIR & DUBREUIL (1953), FLORKIN & DUCHATEAU (1942).

Des valeurs moyennes simplifiées de concentration de sels ont été établies après avoir vérifié les limites entre lesquelles une modification de comportement cellulaire n'est pas apparue en culture de tissus (VAGO & CHASTANG, 1958 b).

L'emploi de différents hydrates de carbone signalés dans le sang d'insectes, ne s'est pas révélé indispensable, le glucose seul ayant



donné des résultats comparables à ceux obtenus en multipliant le nombre de sucres.

En ce qui concerne les acides aminés, nous avons eu recours aux hydrolysats de caséine ou de lactalbumine. Ceux-ci en effet, fournissent pratiquement tous les acides aminés nécessaires aux cellules; certains d'ailleurs pouvant rester inutilisés par les tissus d'insectes ou se trouver en proportions différentes à ceux du milieu intérieur d'une espèce donnée. Pour les Lépidoptères, ce n'est pratiquement que l'histidine qui montre un décalage notable. Cependant, la polyvalence et la constance de composition de tels hydrolysats a pu assurer les cultures les plus employées en virologie de Vertébrés, et c'est pourquoi nous n'avons pas employé des acides aminés séparés, comme WYATT (1956) l'a envisagé entre temps.

Le pH du milieu était optimum pour les larves de *B. mori* prototype à 6,4-6,5 et pour les nymphes légèrement au-dessus. Pour l'obtention de cette alcalinité, les carbonates se sont montrés supérieurs aux autres composants possibles, l'acide carbonique pouvant jouer un rôle dans l'établissement de l'équilibre « liquide-gazeux ». L'alcalinité est contrôlée grâce au rouge de phénol lequel à ce pH est jaune-orange.

En ajoutant des antibiotiques à une dose non toxique pour les cellules et en complétant le milieu avec l'hémolymph chauffée de larves ou de chrysalides, un milieu de culture simplifié « prototype » a été obtenu. Sa composition pour *B. mori* est la suivante (VAGO & CHASTANG, 1958 b) :

Eau bidistillée.....	100 cm <sup>3</sup>
Na H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....	100 mg
Mg Cl <sub>2</sub> 6 H <sub>2</sub> O .....	300 mg
Mg SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O .....	350 mg
K Cl .....	300 mg
Ca Cl <sub>2</sub> .....	100 mg
Glucose .....	100 mg
Hydrolysat de lactalbumine .....	500 mg
Histidine .....	100 mg
CO <sub>2</sub> NaH .....	jusqu'à pH 6,4
Pénicilline .....	20 000 U.I.
Streptomycine .....	2 mg
Rouge de phénol.....	20 mg

Avant filtration sur L<sub>3</sub>, le milieu est additionné à raison de 5 à 10 % d'hémolymph prélevée sans précautions d'aseptie, précipitée à 60 °C pendant 5 minutes et centrifugée à 6 000 tr/mn pendant 10 minutes pour retenir le surnageant. Celui-ci peut être conservé actif pendant plusieurs mois, congelé à — 30 °C.

Ce milieu a assuré au cours de nombreuses cultures réalisées depuis 4 ans, un développement abondant de cellules des gonades

femelles et d'ovaires de *B. mori* ou de certains autres Lépidoptères (fig. 1, 3).

#### b) FACTEURS DE CROISSANCE.

L'une des raisons principales de la difficulté d'obtention d'un développement aussi actif et de lignées de cultures aussi persistantes que chez les Vertébrés, réside dans nos connaissances assez réduites concernant les facteurs de croissance des tissus d'insectes.

Les extraits d'embryon ont fourni un complexe de facteurs de croissance pour les cultures de tissus de Vertébrés. L'effet toxique de tels extraits a été remarqué pour les cellules d'insectes, mais nous pensions que cette action devait être vérifiée de plus près. C'est pourquoi nous avons effectué parallèlement des essais avec l'extrait embryonnaire de poulet et avec certains autres préparés à partir d'insectes ou de leurs embryons.

A) L'extrait d'embryon de poulet a été préparé selon la technique pratiquée au laboratoire du Dr LÉPINE ou a été reçu prêt à utiliser.

B) Pour l'extrait embryonnaire, les œufs de *Bombyx mori* ou d'*Antheraea pernyi* ont été désinfectés à l'hypochlorite de calcium, rincés à l'eau distillée puis à l'alcool à 95 %. Les œufs ont été écrasés en cours d'incubation et leur contenu dilué dans du milieu de culture de tissus dans des proportions de 1 à 10. Après centrifugations à 4 000 tr/mn pendant 20 minutes le surnageant assez clair était mélangé au milieu de culture à raison de 10 %. C'est cette dilution qui est employée en milieu de culture.

C) En ce qui concerne les extraits d'organes : les ovaires de nymphes ou le mélange tissu épithélial, adipeux, trachéal, etc., ont été triturés dans le milieu de culture d'une façon aseptique puis centrifugés. Le surnageant débarrassé des lipides et dilué comme précédemment a servi de milieu de culture.

Les cultures de gonades femelles de larves de *B. mori* ou d'ovaires de chrysalides, en goutte pendante ou sous couche mince de milieu, se sont montrées sensiblement plus abondantes avec l'extrait B. Elles ont présenté une émigration et des mitoses plus nombreuses que dans le milieu simple. Avec les extraits A et C, une augmentation d'activité moins marquée a été observée.

Ces résultats traduisent l'effet stimulateur de la croissance *in vitro* des extraits embryonnaires et ovulaires d'insectes. L'extrait embryonnaire de poulet ne montre pas un effet toxique net et il est susceptible d'activer la croissance des cellules d'insectes. Nos essais actuels visent à préciser le rôle de ces extraits pour le maintien des lignées cellulaires avant d'incorporer ces derniers dans la formule de milieu donnée plus haut.

### c) CULTURE D'OVAIRE NYMPHAL.

Les organes les plus utilisés pour les tentatives de cultures de tissus d'insectes étaient les gonades femelles de larves de *B. mori*, ces organes ayant montré en effet, une aptitude particulière pour l'émission de cellules.

Nous avons pensé que d'autres organes seraient également susceptibles de donner des cultures de fibroblastes et nous nous sommes notamment intéressés aux tubes ovariens de nymphes, ceux-ci étant à ce stade de la métamorphose particulièrement appelés à se développer. En employant le milieu décrit plus haut avec une légère augmentation du pH, un développement de fibroblastes aussi abondant et aussi persistant qu'à partir des gonades larvaires a été obtenu (fig. 3). Un tissu nymphal s'est ainsi montré cultivable et susceptible d'être utilisé également pour l'emploi des cultures de tissus d'insectes en virologie. En effet, la conservation au froid et souvent une diapause permettent de stocker ces nymphes, sources de tissus pendant plusieurs mois (VAGO & CHASTANG, 1958 b).

### d) POLYVALENCE D'UN MILIEU.

Nombreux problèmes de virologie des insectes, y compris ceux de transmission des virus par les insectes vecteurs exigent l'étude de l'action des virus dans les cellules des espèces auxquelles chacun de ces virus est adapté.

Or, chez les Invertébrés, une culture de tissus apte dans une certaine mesure à être utilisée en virologie, n'existe que pour le Lépidoptère *B. mori*.

Il était donc important de mettre au point des milieux pour les tissus d'autres insectes ou de voir si un même milieu pourrait assurer le développement de cellules de différentes espèces.

En prenant pour prototype le milieu mis au point pour *B. mori*, plusieurs Lépidoptères comme *Galleria mellonella*, *Euxoa segetum*, *Arctia caja*, *Antheraea pernyi*, quelques Coléoptères : *Melolontha melolontha*, Orthoptères : *Blabera fusca* et Hémiptères : *Graphosoma lineatus*, ont été testés.

Dans le milieu complet comprenant le sang de *B. mori*, nous avons obtenu chez certaines espèces comme *Galleria* des cultures comparables à celles des tissus de *B. mori*. Dans d'autres cas, la culture était irrégulière et les mitoses rares, se réduisant pour certaines espèces même à l'émigration de quelques fibroblastes seulement. Les organes d'autres insectes que les Lépidoptères n'ont donné que l'émission de quelques cellules.

Les cultures étaient nettement supérieures lorsque l'hémolymphe de l'espèce testée a été employée. Elles étaient abondantes même dans



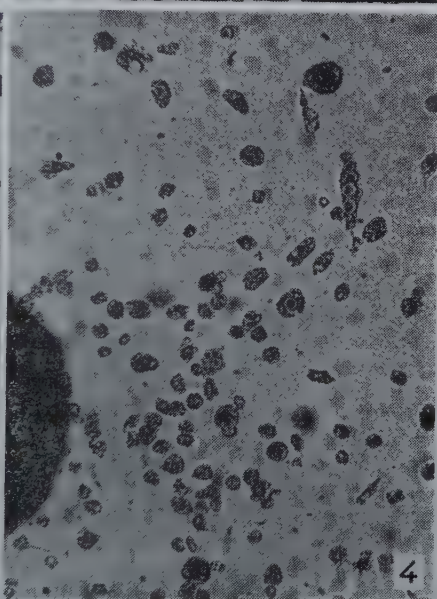
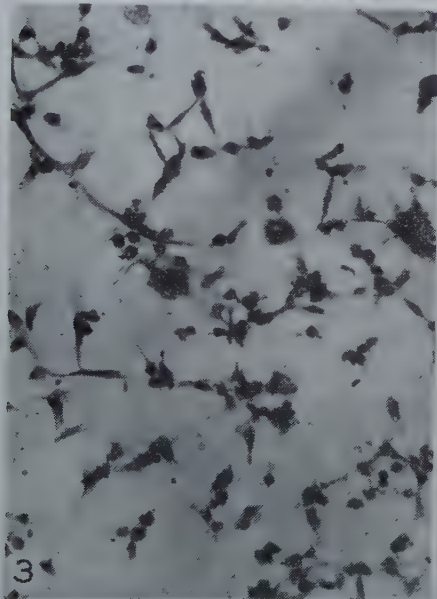
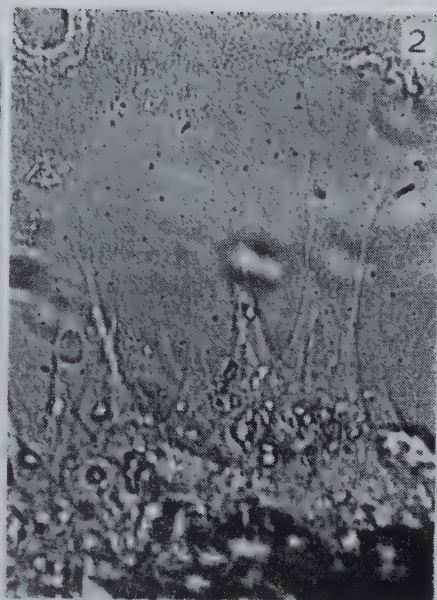
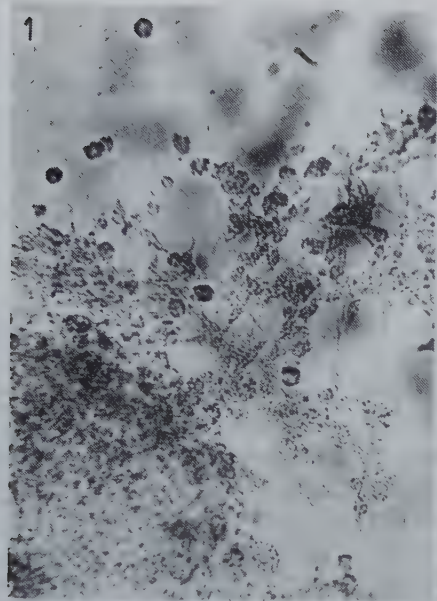


FIG. 1. — Culture de tubes ovariens de *Galleria mellonella*. Développement de fibroblastes non séparés formant un pseudo-tissu. Contraste de phase  $\times 220$ .

FIG. 2. — Développement en faisceaux à partir des muscles de *Malacosoma neustria*. Contraste de phase  $\times 440$ .

FIG. 3. — Début de la culture de fibroblastes typiques à partir des tubes ovariens de nymphes de *Bombyx mori*. Hemalun-éosine-orange  $\times 220$ .

FIG. 4. — Fibroblastes de tubes ovariens de *Bombyx mori* après infection à *Borrelinavirus anthereae*. Contraste de phase  $\times 220$ .

des cas où le développement était très faible avec le sang de *B. mori* (par exemple *Malacosoma*).

Ces résultats montrent la possibilité de cultiver les cellules de différentes espèces d'insectes dans un même milieu avec degrés d'affinité variés selon les espèces. Cette variation dépend en grande partie de l'hémolymph étranger et l'addition d'hémolymph de l'espèce même permet l'emploi d'une formule pour plusieurs insectes (fig. 1-4).

#### e) LIGNÉES CELLULAIRES.

Le transfert et la multiplication successive des cellules une fois mises en culture sont parmi les réalisations ayant fait le plus avancer les études virologiques sur cultures de tissus de Vertébrés.

Pour les Invertébrés, aucune culture prolongée n'ayant été réalisée, nous nous sommes attaché à ce problème. Partis d'explants de gonades femelles de *B. mori* et de la tunique pédieuse du Mollusque *Helix aspersa*, le prélèvement de fragments de culture et leur transfert dans un nouveau milieu ont été tentés. Cette opération extrêmement délicate donne dans certains cas la continuation du développement des cellules même après plusieurs transferts. Les résultats sont pour le moment peu comparables à ceux obtenus avec les tissus de Vertébrés car la réussite des reprises successives est irrégulière et les mitoses ne sont pas fréquentes. Malgré ces différences, un certain maintien de lignées cellulaires d'Invertébrés paraît possible et ce point de départ permet d'envisager une suite de perfectionnements (VAGO & CHASTANG, 1958 a).

#### f) CULTURES DE CELLULES ISOLÉES.

Les recherches d'histopathologie et de microscopie électronique ainsi que la multiplication des virus *in vitro* se réalisent le mieux sur couches monocellulaires couvrant une assez grande surface. Les résultats récents les plus importants obtenus *in vitro* sur les virus de Vertébrés ont eu pour support de telles cultures.

Pour les insectes, nous avons essayé d'abord de séparer les cellules d'ovaires de nymphes, à l'aide d'enzymes et notamment de trypsine et d'hyaluronidase. La possibilité de dispersion satisfaisante des cellules et la différence de sensibilité par rapport aux cellules des Vertébrés ont été montrées. Nous avons alors uni nos efforts, avec le Dr AIZAWA du Japon, actuellement dans notre laboratoire, pour continuer à mettre au point le développement homogène des cellules séparées.

En même temps, l'obtention de couches monocellulaires a été envisagée par d'autres moyens. Les tubes ovariens isolés de chrysalides de Lépidoptères sont découpés en très petits fragments à l'aide d'instruments assurant l'opération aseptique. Les fragments constitués par des groupes de cellules sont alternativement sédimentés et remis en suspension dans le milieu jusqu'à élimination du vitellus provenant des œufs brisés. La suspension de ces cellules mises en culture, donne

une émission rapide et abondante de fibroblastes formant une couche favorable aux études virologiques.

#### g) MICRO-ENCEINTES DE CULTURE.

La culture de tissus d'insectes est difficilement réalisable en suivant exactement les méthodes générales. En effet, la quantité de sang disponible est minime par rapport à celle des Vertébrés. Les extraits et le plasma d'animaux supérieurs sont peu utilisables pour ces cellules.

Pour la réalisation de cultures dans une faible quantité de milieu nous nous servons de petits flacons horizontaux rodés sur une surface.

Une lamelle en verre ou en plastique est scellée à la paraffine ou avec une solution cellulosique au-dessus de l'ouverture. A travers l'orifice tubulaire flambé, le tissu est déposé avec un peu de milieu sur la lamelle à l'aide d'une pipette Pasteur effilée. Les changements de milieu et le transfert des cultures s'effectuent de la même façon.

La méthode de la goutte pendante convient souvent grâce à la quantité minime de milieu et à la saturation rapide du volume d'air. Or, cette technique présente des difficultés pour le changement de milieu et de repiquage aseptiques. Ces opérations étant essentielles, nous avons réuni la goutte pendante avec l'ouverture aseptique de l'enceinte en employant le système décrit plus haut avec réduction de la quantité de milieu jusqu'à une goutte pendante.

Dans les deux cas, il est possible de suivre, photographier ou filmer de près sans interruption, même à l'objectif à immersion ou au contraste de phase le développement des cellules (VAGO 1958).

#### h) CULTURE DE FRAGMENTS D'ORGANES.

En dehors des cultures de cellules proprement dites, un autre principe a semblé être exploitable pour l'étude *in vitro* de virus d'insectes : la survie de fragments d'organes. En effet, en plaçant des fractions d'ovaires, d'intestin ou d'épithélium de *B. mori*, *G. mellonella*, *M. brassicae*, etc. dans le milieu décrit plus haut, les mouvements de cils ou les mouvements de contraction ont été observés pendant plusieurs jours. Le milieu a été alors changé et les fragments transportés dans d'autres enceintes de culture. Ainsi, il a été possible d'assurer une survie active d'ovaires pendant plusieurs mois (VAGO & CHASTANG, 1958 c). Cette période semble suffisante pour suivre un processus même long de pathogénèse virale.

#### i) CULTURES A SURFACES OUVERTES.

Afin de perfectionner les conditions de développement des cellules, d'augmenter la surface du milieu et d'effectuer des cultures en série, il était important de rendre la technique plus indépendante de l'équilibre strict entre le milieu et l'air. Celui-ci exige en effet un rapport



défini entre le volume de l'enceinte de culture et la quantité de milieu avec obligation de fermeture hermétique. De telles restrictions sont nécessaires surtout à cause des modifications que subit le bicarbonate de soude au contact de l'air.

Nous avons essayé de réduire les échanges superficiels en remplaçant dans le rôle de régulateur de pH, le bicarbonate de soude par l'hydroxyméthylaminométhane (Tris).

La solution tampon a été préparée avec 28 g de Tris, 11 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique concentré et complétée à l'eau bidistillée jusqu'à 100 cm<sup>3</sup>. Cette solution stérilisée à 100 °C a été ajoutée au milieu de culture plus haut (bicarbonate excepté) jusqu'à obtention de pH 6,4.

Grâce à ce milieu modifié, nous avons pu avoir des cultures de fibroblastes à partir d'explants ou de groupe de cellules ovariennes dans des petites boîtes de Pétri et surtout dans des alvéoles en plastique posées en série dans ces boîtes dont le couvercle était vaseliné afin d'éviter la diminution d'humidité. L'eau bidistillée disposée autour des alvéoles était destinée également à maintenir l'humidité.

Le développement des cellules était normal au fond des alvéoles, la granulation du cytoplasme paraissant légèrement accrue. Ces résultats permettent d'envisager de nombreuses recherches grâce à la surface ouverte des alvéoles rendant particulièrement facile toute opération.

### Études virologiques sur cultures de tissus d'insectes

Au fur et à mesure que les différentes étapes de la mise au point de cultures de tissus d'insectes ont été réalisées, il a été possible d'envisager de plus en plus des travaux virologiques *in vitro*. Nous en résumerons trois d'entre eux pour lesquels certains résultats peuvent déjà être évalués.

#### a) MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE DE LA PATHOGENÈSE DES *Borrelinavirus*.

Au cours de la progression de l'étude de l'action intracellulaire des virus au microscope électronique, on est arrivé à un stade où les observations suivies dans des intervalles très précis pendant la pathogénèse deviennent nécessaires. Une telle étude ne peut s'effectuer que sur des cellules cultivées *in vitro*.

Nous avons entrepris de tels travaux, en collaboration avec le professeur LÉPINE et Mlle CROISSANT de l'Institut Pasteur, pour *Borrelinavirus bombycis*, sur la culture d'ovaire nymphal de l'insecte hôte obtenue en micro-récipients dans le milieu décrit plus haut. Les fibroblastes sont infectés après 48 heures de culture avec le surnageant de l'hémolymphe virosée, centrifugée à 8 000 t/m. A partir de ce moment, une dizaine de cultures sont prélevées chaque 12 heures. La couche cellulaire fixée dans l'acide osmique tamponné au véronal

est détachée après déshydratation et centrifugée à 2 000 t/m pendant 5 minutes. Le culot inclus dans du méthacrylate est coupé à l'ultramicrotome et examiné au microscope électronique Siemens.

A l'heure actuelle, ces examens sont en cours, mais dès maintenant on a distingué les phases successives du début de l'évolution des virus dans les noyaux difficilement saisissables dans l'insecte vivant. Nous avons également suivi la formation de la membrane intime des virus avant incorporation progressive de ces derniers dans les pseudocristaux polyédriques.

#### b) SPÉCIFICITÉ ET ADAPTATION DES VIRUS D'INSECTES.

L'affinité des virus vis-à-vis d'espèces différentes de l'insecte-hôte a été souvent discutée. Les raisons des difficultés d'un accord résident dans l'intervention probable de nombreux facteurs lors de l'infection d'un organisme par un virus donné. L'étude des affinités cellulaires *in vitro* dans des conditions connues semblait susceptible de contribuer indirectement à la connaissance de ce problème.

Des cultures de fibroblastes d'ovaires de *B. mori* et de *G. mellonella* ont été inoculées avec les surnageants (8 000 t/m) d'hémolymphe de larves de *B. mori*, *G. mellonella*, *L. dispar.*, *S. pavonia*, *A. pernyi*, etc. atteintes de polyédries.

Différents degrés de lésions ont été alors observés : forts avec le virus de l'espèce hôte, visibles dans d'autres comme le virus de *Antherea* et dans une certaine mesure *Galleria* sur *Bombyx* ou inversement le virus de *Bombyx* sur *Antherea* ou *Galleria*, enfin faibles dans beaucoup d'autres cultures.

La reprise d'une culture infectée de virus étranger en tant qu'inoculum pour la même sorte de cellules a amené une augmentation de la netteté des lésions (cellules de *Bombyx* et virus de *Saturnia*).

Il apparaît que *in vitro* la spécificité d'un virus de polyédrie n'est pas limitée aux cellules de l'insecte-hôte. L'affinité a des degrés différents selon le virus et les cellules. Une faculté d'adaptation des virus d'insectes à des cellules étrangères se dégage également et on peut penser qu'un phénomène semblable, à un degré bien moindre, peut se produire aussi dans l'organisme vivant (*fig. 4*).

#### c) CULTURE DE VIRUS DANS DES FRAGMENTS D'ORGANES.

Comme exposé plus haut, il est possible de maintenir en milieu de culture des morceaux d'organes prélevés par voie de biopsie sur insectes vivants. Nous avons pensé alors à utiliser ces fragments pour assurer le développement des virus.

Les fragments d'ovaire nymphal de *B. mori* maintenus en culture selon la technique déjà relatée sont inoculés avec *Borrelinavirus* purifiés, à partir de l'hémolymphe, par centrifugation différentielle. Les mouvements de contraction du tube ovarique s'arrêtent au bout de 2 à 3 jours et l'explant change d'aspect.

Le fragment d'organe étalé ou en préparations histologiques, présente le développement de corps d'inclusion de virus à l'intérieur du noyau des cellules périphériques.

Des tubes ovariens entiers ont également été infectés de la même manière et on a pu assister, même dans ces cas, à l'évolution de la virose.

Ces essais présentent un principe d'étude de l'action virale qui réalise des conditions comprises entre celles de la culture classique de tissus et celles de l'organisme vivant.

### Conclusions

Les travaux dont nous venons de présenter les résumés groupés par problèmes, sont en réalité des fragments d'études intercalés et échelonnés sur plus de cinq années.

Le but définitif étant la possibilité d'effectuer des recherches *in vitro* en virologie d'insectes, une première série de résultats concerne la mise au point des cultures cellulaires.

L'application des données concernant les milieux simplifiés, la congélation de l'hémolymphe, les facteurs de croissance, les lignées cellulaires, la polyvalence des milieux, la culture de cellules dispersées, se traduit actuellement dans notre laboratoire par l'emploi de la culture des tissus d'une façon aussi courante que celui des cultures bactériennes par exemple.

Ces cultures ont permis de réaliser certaines études virologiques et d'obtenir des précisions concernant la spécificité des virus, leur adaptation et la morphologie ultra-microscopique de leurs phases de développement sur les points difficiles à aborder dans l'organisme vivant.

Le rôle important des cultures de tissus pour faire progresser la virologie des insectes est de plus en plus reconnu et plusieurs chercheurs ont entrepris des travaux dans cette voie. Pour l'avenir certains travaux nous paraissent particulièrement indiqués pour rendre les cultures de tissus d'Invertébrés aussi aptes à l'étude virologique que les cultures de cellules de Vertébrés.

Ainsi, des précisions complémentaires sont avant tout nécessaires en ce qui concerne les facteurs de croissance afin de permettre des mitoses plus rapides ou un démarrage plus sûr des lignées cellulaires. A ce sujet, des travaux physiologiques préalables mais approfondis seraient indispensables.

Une autre tâche conditionnant l'emploi plus large des cultures consiste dans le perfectionnement de la culture en couches monocellulaires après dispersion enzymatique des cellules.

Enfin, soulignons l'opportunité d'essayer l'isolement, à partir d'insectes, de souches cellulaires de nature néoplasgique, faciles à



entretenir en lignées ininterrompues pendant une durée pratiquement illimitée telles les souches Hela ou K.B. qui rendent à l'heure actuelle de très grands services dans les travaux de virologie médicale.

Les progrès réalisés dans ces voies permettraient alors d'intensifier certains travaux d'ordre virologique liés plus spécialement à la culture de tissus. Mentionnons à ce sujet et avant tout la microscopie électronique de la pathogénèse intracellulaire des polyédries, des granuloses et des viroses sans inclusions. L'étude microchimique de la déviation du métabolisme pendant l'infection virale pourrait être effectuée à l'échelle cellulaire. D'un autre côté l'adaptation des virus, les mutations et les séro-tests sont à suivre *in vitro*. Enfin, la multiplication des corps d'inclusion en vue d'applications pratiques serait peut-être réalisable sur couches cellulaires ou sur organes en survie.

### SUMMARY

*In vitro* tissues multiplication which has been obtained with the Vertebrates more than twenty years ago, is hardly studied at all with the Invertebrates.

The author gives an account of the experiences of cultivating insect cells and of the particular difficulties dealing with them and he sums up his own searches :

- obtention of cellular strains of insect tissues « *in vitro* »,
- preparation of a half-synthetic medium with hydrolysed proteins,
- culture of chrysalids ovaries,
- demonstration of some polyvalency of the mediums,
- realisation of the survival of organ fragments,
- preparation of micro-recipients for tissues culture.

With these cultures several virological studies have been achieved :

- electron microscopy of the intranuclear pathogenesis of *Borrelinavirus* in tissues culture,
- multiplication of insect viruses in the cells of foreign species,
- culture of insect viruses in fragments of surviving organs.

Suggestions were given for the orientation of searches in order to develop tissue culture and study the problems that such cultures could help to solve in the future.

### BIBLIOGRAPHIE

- AUCLAIR, J. L. & R. DUBREUIL. — 1953. Études sur les acides aminés libres de l'hémolymphe des Insectes par la méthode chromatographique sur papier filtre. — *Canad.-J. Zool.*, **31**, 30.
- ARVY, L. & M. GABE. — 1946. Sur la multiplication « *in vitro* » des cellules sanguines de *Forficula auricularia* L. — *C. R. Soc. Biol.*, **140**, 787.
- BECKEL, W. E. — 1956. Maintenance of Adult mosquito tissue in a tissue culture medium. — *Nature*, **177**, 534.
- BOHUSLAV, P. — 1933. Die Gewebezüchtung des postembryonalen Verdauungstraktes der Glandula salivaris und der Receptaculum seminis bei Mollusken aus der Familie Helicidae. — *Arch. f. Exp. Zellforsch.*, **13**, 673.
- DEMAL, J. — 1956. Culture « *in vitro* » d'ébauches imaginaires de Diptères. — *Ann. Sci. Nat.*, **18**, 155.
- DRILHON, A. — 1950. Étude de la répartition des acides aminés libres dans le sang des Insectes par la chromatographie de partage. — *C. R. Soc. Biol.*, **144**, 224.

- FISCHER-PIETTE, E. — 1929. Le tissu lymphocyto-gène des crustacés étudié en survie « in vitro ». — *C. R. Soc. Biol.*, **3**, 764.
- FISHER, I. & G. GOTTSCHIEWSKI. — 1939. Gewebekultur bei Drosophila. — *Naturwissenschaften*, **27**, 391.
- FLORKIN, M. & G. DUCHATEAU. — 1942. Sur les acides aminés du plasma sanguin des Insectes. — *Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belge*, **28**, 373.
- FREW, J. G. H. — 1928. A technique for the cultivation of insect tissues. — *Brit. J. Exp. Biol.*, **6**, 1.
- GATENBY, J. B. — 1931. Outgrowth from pieces of *Helix aspersa*, the common snail. — *Nature*, 1002.
- GATENBY, J. B., J. HILL & T. J. MACDOUGALD. — 1935. On the behaviour and structure of cells of *Helix aspersa* in the aseptic and non aseptic tissue culture. — *Quart. J. Microsc. Sci.*, **77**, 129.
- GAVRILOV, W. & S. COWEY. — 1941. Essai de culture *in vitro* de tissus de moustiques et d'intestins de lapins adultes infectés. — *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, **18**, 180.
- GOLDSCHMIDT, R. — 1915. Référence. — *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **1**, 220.
- GOODCHILD, A. J. P. — 1954. Culture of insects tissues. — *Nature*, **173**, 504.
- GRACE, T. D. C. — 1954. Culture of Insect tissues. — *Nature*, **174**, 187.
- HILL, J. C. — 1934. Notes on « in vitro » culture of pulmonate Mollusc. — *J. Roy. Microsc. Soc.*, **308**, 163.
- LAZARENKO, TH. — 1925. Référence. — *Z. mikr. anat. Forsch.*, **3**, 409.
- LEWIS, M. R. & W. R. ROBERTSON. — 1916. Référence. — *Biol. Bull.*, **30**, 99.
- MILLARA, P. — 1946. Recherches sur la cytologie des leucocytes d'Insectes et leur survie en milieu artificiel. — *C. R. Soc. Biol.*, **140**, 1006.
- MURRAY, M. R. — 1926. The culture of planarian tissues « in vitro ». — *Proceed. of Soc. f. exper. Biol. and Medic.*, **23**, 754.
- TRAGER, W. — 1935. Cultivation of the virus of grasserie in silkworm tissue cultures. — *J. Exptl. Med.*, **51**, 501.
- VAGO, C. — 1958. Cultures de tissus prolongées à observation directe. — *Mikroskopie*, **13**, 520.
- VAGO, C. & S. CHASTANG. — 1958 a. Obtention de lignées cellulaires en culture de tissus d'invertébrés. — *Experientia*, **14**, 110.
- 1958 b. Culture *in vitro* d'un tissu nymphal de lépidoptère. — *Experientia*, **14**, 426.
- 1958 c. La potentialité d'émigration cellulaire en culture de tissus ovariens de Lépidoptères. — *C. R. Acad. Sc.*, **247**, 1503.
- WADA, S. — 1954. Studies on « in vitro » culture of Silkworm Embryo. — *The Seric. Soc. of Japan*, **1**.
- WYATT, S. S. — 1956. Culture « in vitro » of tissue from the silkworm *Bombyx mori* L. — *J. Gen. Physiol.*, **3**, 841.

(Institut national de la Recherche agronomique,  
Laboratoire de Cytopathologie, Alès.)

OBSERVATIONS  
ON THE SEASONAL INCIDENCE OF MICROSPORIDIOSIS  
IN EUROPEAN CORN BORER POPULATIONS IN ILLINOIS (\*)

BY

JOHN PAUL KRAMER (\*\*)

---

**Introduction**

STEINHAUS (1951) found larval European corn borers, *Pyrausta nubilalis* (HÜBNER), from Iowa, New Jersey, Ohio, and South Dakota infected with *Perezia pyraustae* PAILLOT. His is the first authenticated report of a microsporidiosis in *P. nubilalis* in the United States of America; earlier unsubstantiated reports are discussed by HALL (1952). ZIMMACK *et al.* (1954) reported the presence of *Perezia* infections in larval borers collected in other states including Michigan, Minnesota, and Wisconsin as well as Illinois. It is highly probable that *P. pyraustae* also occurs in other states where the host is found.

A detailed study of the microsporidiosis in question was initiated at the Illinois Natural History Survey in Urbana about four years ago. The work reported here was undertaken in the hope that a study on the seasonal incidence of the disease might reveal some information pertaining to the manner in which *P. pyraustae* acts to suppress populations of *P. nubilalis* in the field. Other data relative to the parasite and the host-parasite relationships are the topics of other papers (KRAMER, 1959 *a* and 1959 *b*).

**Materials and Methods**

From 1954 through 1957, collections of living and dead fifth instar larvae were made in mid-October to mid-November and in mid-April to mid-May in 23 counties in Illinois, primarily in the central

(\*) An abridgment of a portion of a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree Doctor of Philosophy in the Graduate College of the University of Illinois, 1958.

(\*\*) Present address : Department of Entomology, North Carolina State College, Raleigh, North Carolina, U.S.A.



Table 1. Sources and number of field-collected fifth instar *P. nubilalis* examined.

Collection Site (County)	1954				1955				1956				1957			
	Alive	Dead	Sp.	F.	Alive	Dead	Sp.	F.	Alive	Dead	Sp.	F.	Alive	Dead	Sp.	F.
Bureau	-	-	-	-	-	-	-	-	5/16	14/43	14/14	-	-	-	-	-
Champaign	23/52*	3/5	-	-	30/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ford	-	-	-	-	-	-	-	-	1/7	-	-	-	6/12	-	6/6	-
Grundy	-	-	-	-	31/34	0/7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hancock	9/20	-	-	-	1/30	-	-	-	-	10/39	-	-	-	29/42	-	8/17
Henderson	-	-	-	-	-	-	-	-	0/20	-	-	-	-	-	-	-
Henry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22/29	-	1/6	-	-	-	-
Kendall	-	-	-	-	14/32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Knox	4/13	3/3	-	-	7/30	2/2	-	-	5/18	10/38	20/23	0/3	1/31	22/31	-	3/8
La Salle	3/16	2/6	-	-	21/21	-	-	-	0/4	36/40	-	2/5	-	20/29	-	4/8
Livingston	11/30	-	-	-	25/25	-	-	-	-	29/41	-	-	-	-	-	-
Logan	-	-	-	-	17/71	-	-	-	3/41	14/37	7/7	1/6	-	-	-	-
McDonough	-	-	-	-	12/44	-	-	-	3/20	15/39	13/16	0/2	2/8	-	15/15	-
McLean	3/7	-	-	-	10/29	-	-	-	6/14	36/38	13/13	0/4	-	-	-	-
Macon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6/20	-	9/11	-
Mason	-	-	-	-	-	-	-	-	1/20	-	-	-	-	-	-	-
Mercer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11/30	-	-	-
Peoria	-	-	-	-	17/44	-	-	-	-	28/40	-	-	-	-	-	-
Sangamon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/14	-	9/9	-
Warren	-	-	-	-	-	-	-	-	10/21	-	-	-	-	-	-	-
Whiteside	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/12	-	-	2/8	-	-	-
Winnebago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/13	-	14/18	-
Woodford	8/12	-	-	-	42/55	-	-	-	5/15	33/40	-	-	-	-	-	-

Keys: Sp., Spring; F., fall.

\*Denotes proportion of borer sample infected.

Table 2. Incidence of *P. pyraustae* infections in populations of living and dead fifth instar larval *P. nubilalis* collected in two seasons over a four-year period in Illinois.

Year	Spring Collections*					Fall Collections**				
	Living		Dead			Living		Dead		
	No. Borers	% In-fected	No. Borers	% In-fected	% In-fected	No. Borers	% In-fected	No. Borers	% In-fected	% In-fected
1954	-	-	-	-	-	150	61	41	14	8 57
1955	-	-	-	-	-	473	227	48	9	2 22
1956	196	39	20	73	92	436	247	57	26	4 15
1957	136	33	24	59	90	102	71	69	33	15 45
Totals	332	63	132	120	-	1161	606	-	82	29 -
% infected		19		91	91		52			33

\* Mid-April to Mid-May.

\*\*Mid-October to Mid-November.





Hence, it appears that *P. pyraustae* is now widely distributed within populations of *P. nubilalis* in Illinois.

Table 3. Incidence of *P. pyraustae* infections in populations of living and dead *P. nubilalis* pupae collected after a period of unseasonably high temperatures in June, 1956.

Collection Site (County)	Date	Pupae	
		Living	Dead
Ford	6/15	0/6*	27/27
Knox	6/16	4/14	17/17
Champaign	6/18	0/4	18/18
Lee	6/19	0/3	15/16
Vermillion	6/19	0/5	11/12
Totals		4/32	88/90
% Infected		13	98

\*Denotes proportion of borer sample infected.

Marked seasonal fluctuations in the incidence of the parasite were noted in the populations sampled (see table 2). In populations of living fifth instar larvae which entered hibernation in the fall, the average incidence of infection was 52 % over a period of four years. Prior to the period of pupation in the spring, the average incidence of infection in that segment of the population which survived was only 19 % over a two-year average. For the same period, the average incidence of *P. pyraustae* among individuals which perished during the rigors of winter was 91 %. Hence, mortality resulting from the stress of winter was greater in that segment of the population which was infected.

Another reduction in the infected segment of the population which was also associated with weather conditions was observed following the period of unseasonably hot spring weather (see table 3). The incidence of *Perezia* among dead pupae observed at this time was 98 % while only 13 % of the living pupae were so infected. Hence, infected borers appear to be more sensitive to high temperatures than their disease-free counterparts.

Based upon the study reported here, it seems evident that the debilitating effects of microsporidiosis on *P. nubilalis* populations are directly associated with temperature factors. Thus, it appears

that the cold of winter and the heat of summer are factors of stress which interact with this disease to cause mortality in European corn borer populations.

### SUMMARY

Examinations of living and dead larval *Pyrausta nubilalis* (HÜBNER) collected in the field over a four-year period indicate that infections caused by *Perezia pyraustae* PAILLOT are widely distributed within populations of *P. nubilalis* in Illinois.

Observed fluctuations in the incidence of the parasite among living and dead insects collected in various seasons was taken as evidence that the disease interacts with temperature to cause mortality in populations of the host.

### ACKNOWLEDGMENTS

The author is indebted to Drs. GEORGE C. DECKER and JOHN D. BRIGGS of the Illinois Natural History Survey for providing facilities and helpful suggestions during the course of this study.

### RÉSUMÉ

Des examens des larves vivantes et mortes de *Pyrausta nubilalis* (HÜBNER) collectées dans les champs pendant quatre années consécutives indiquent que des infections par *Perezia pyraustae* PAILLOT sont très fréquentes dans les populations de *P. nubilalis* en Illinois (États-Unis).

Les fluctuations observées dans l'incidence du parasite dans les insectes vivants et morts recueillis pendant plusieurs saisons montrent que la maladie est influencée par la température, celle-ci occasionnant la mortalité dans les populations de l'hôte.

### LITERATURE CITED

- HALL, I. M. — 1952. Observations on *Perezia pyraustae* PAILLOT a microsporidian parasite of the European corn borer. — *Jour. Parasitol.*, **38**, 48-52.
- KRAMER, J. P. — 1959a. Studies on the morphology and life history of *Perezia pyraustae* PAILLOT (*Microsporidia: Nosematidae*). — *Trans. Am. Microscop. Soc.* (in press).
- 1959b. Some relationships between *Perezia pyraustae* PAILLOT (*Sporozoa: Nosematidae*) and *Pyrausta nubilalis* (HBN.) (*Lepidoptera: Pyralidae*). — *Jour. Insect Pathology* (in press).
- STEINHAUS, E. A. — 1951. Report on diagnoses of diseased insects 1944-50. — *Hilgardia*, **20**, 629-678.
- ZIMMACK, H. L., K. D. ARBUTHNOT & T. A. BRINDLEY. — 1954. Distribution of the European corn borer parasite *Perezia pyraustae*, and its effect on the host. — *Jour. Econ. Ent.*, **47**, 641-645.

(Illinois Natural History Survey,  
Urbana, Illinois.)

TECHNIQUE D'ÉLEVAGE DE *CHELONUS CONTRACTUS* NEES.  
PARASITE DE *PHTHORIMEA OCELLATELLA* BOYD.

PAR

V. LABEYRIE

Les *Chelonus* (*Braconidae*) sont des endoparasites solitaires des œufs de Lépidoptères, dont VANCE (18) a étudié la biologie chez *C. annulipes*. Ils pondent dans les embryons et poursuivent leur développement larvaire dans les chenilles de l'hôte. Le cocon est externe, la larve du dernier stade sortant de la chenille de l'hôte quand cette dernière a achevé son développement et tissé son cocon.

Les insectes du genre *Chelonus* ont été utilisés à de nombreuses reprises pour détruire différents Lépidoptères phytophages (2, 5, 11, 15). L'utilisation de souches de *Chelonus annulipes* WESM. et de *C. inanitus* L. récoltées en France, pour lutter respectivement contre *Pyrausta nubilalis* HBN. et *Etiella zinchenella* TRETT., a permis l'adaptation de ces Braconides à leurs nouveaux biotopes, le premier dans plusieurs régions des U.S.A. (3, 12) et le second en Californie (6).

En Australie, l'introduction d'une souche américaine de *Chelonus phthorimaeae* GAH. pour combattre *Gnorimoschema operculella* ZELL. a donné des résultats positifs (20).

L'utilisation de *Chelonus* dans la lutte biologique a entraîné la recherche d'hôtes inhabituels, soit pour permettre la lutte contre ces derniers (9, 1), soit pour faciliter la multiplication de l'entomophage; *Ephestia kuehniella* ZELL. a été largement utilisé pour propager *Chelonus texanus* CRESS. (17), *C. sulcatus* NEES. (10), *C. blackburni* CAM. et *C. pectinophorae* CUSHM. (14).

*Chelonus contractus* NEES. a été obtenu de différentes régions d'Europe (7, 13, 16) de chenilles de *Phthorimea ocellatella* BOYD. COUTURIER a constaté la présence d'une parthénogénèse thélytoque chez les spécimens récoltés dans le nord-est de la France. Il émettait l'hypothèse d'une thélytoque géographique en raison du fait que les *Chelonus annulipes* WESM., récoltés par VANCE (18) en Italie, étaient bisexués; l'aire de répartition de l'espèce thélytoque étant suivant son hypothèse plus septentrionale que celle de l'espèce bisexuée.



Les récoltes répétées de *C. contractus* exclusivement thélytoques à Hyères (Var) nous laissent supposer que ce type de parthénogénèse est général dans l'espèce (\*). Cette particularité permet d'envisager la multiplication artificielle de cet entomophage car elle évite les variations du taux sexuel fréquemment observées dans l'élevage des hyménoptères parasites.

En présence des difficultés rencontrées pour parvenir à réaliser un élevage permanent de *Phthorimea ocellatella*, nous avons recherché l'utilisation d'un hôte plus pratique. Des essais de laboratoires nous ont montré la possibilité d'obtenir le développement de *C. contractus* sur *Gnorimoschema operculella* ZELL.

La technique servant à la production de *Macrocentrus ancylivorus* ROH. à partir de *Gnorimoschema operculella* (10) peut donc être utilisée avec quelques modifications résultant de particularités biologiques de *C. contractus*.

Les femelles du parasite, au lieu d'être introduites en présence des jeunes chenilles dans les cages de développement larvaire, comme cela est pratiqué pour l'élevage de *M. ancylivorus*, sont mises en contact des toiles de ponte.

Le cadre portant la toile de ponte chargée d'œufs provenant du pondoir de *G. operculella* est placée sur un pondoir identique contenant les femelles de *C. contractus*. Les récipients de la partie inférieure de ce dernier servent exclusivement à l'alimentation des parasites introduits adultes par une ouverture latérale.

Le nombre de femelles de parasites à utiliser par pondoir dépend du nombre d'œufs portés par la toile. Le superparasitisme augmentant comme dans le cas de *C. tenaxus* (17) avec la densité relative des parasites.

Pour une toile de ponte portant de 3 000 à 5 000 œufs, l'introduction de 50 femelles est largement suffisante. Celles-ci peuvent être utilisées dès leur sortie. Quoique nos essais ne nous permettent pas de noter avec certitude, comme cela a été observé sur *C. annulipes* (19), si la mortalité larvaire dépend de l'âge de l'œuf de l'hôte dans lequel a été effectué la ponte, il semble qu'à 27 °C, il y ait intérêt à fournir aux femelles les toiles 12 à 24 heures après leur retrait du pondoir de *G. operculella*.

La toile de ponte doit être changée tous les jours. Le cycle de *C. contractus* s'adapte comme dans le cas des espèces voisines (4) étroitement à celui de son hôte. Les sorties des adultes des deux espèces ont lieu à peu près simultanément. Il est donc nécessaire pour obtenir la séparation de l'hôte et du parasite, d'utiliser la technique américaine

(\*) Bien que ces insectes aient été déterminés comme *Chelonus depressus* WSM. par M. VAN GRAHAM du British Museum, nous avons conservé le nom de *Chelonus contractus* NEES, M. GRANGER ayant précisé qu'il s'agissait de l'espèce étudiée par M. COUTURIER, tout en confirmant le nom de cette dernière.

mise au point pour dissoudre les cocons de *G. operculella* et récolter ceux de *M. ancylovorus* (8). Le pourcentage de sortie des adultes n'est pas affecté par le traitement.

A 27 °C, le cycle demande 30 à 35 jours suivant l'âge des œufs au moment de leur utilisation.

La production de *C. contractus* sur *G. operculella* s'avère ainsi bien plus aisée que celle de *M. ancylovorus*. La thélytoquie augmente considérablement le rendement, par une élévation du taux des parasites utilisables.

La facilité avec laquelle l'élevage de *C. contractus* sur *G. operculella* peut être réalisé donne le moyen de disposer de quantités suffisantes d'insectes pour effectuer dans les régions d'acclimatation éventuelles des études biologiques complémentaires.

En particulier, il paraît nécessaire de contrôler si la grande facilité avec laquelle les espèces du genre *Chelonus* acceptent de pondre dans les hôtes inhabituels, tout en facilitant la survie dans la nature par l'utilisation d'hôtes complémentaires, ne provoque l'abandon, tout au moins partiel, de l'hôte phytophage à combattre.

L'utilisation de *C. contractus* soit pour l'introduction dans des zones où il n'appartient pas au complexe de *P. ocellatella*, soit pour renforcer son action dans la nature dans des régions où il a une action parasitaire insuffisante, peut ainsi être envisagée par sa multiplication intensive à partir de *G. operculella*.

## SUMMARY

The Braconid, *Chelonus contractus* NEES, egg endoparasite of *Phthorimea ocellatella* BOYD, in S.E. of France, presents only females in his progeny. Its breeding is easy with the help of the small wax moth : *Gnorimoschema operculella* ZELL. The mass breeding is inspired from method that we established for the production of *Macrocentrus ancylovorus* ROH.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABDEL-MALEK, A. — 1947. A study of the biology of *Chelonella sulcata* NEES. — *Ohio J. Sci.*, **47** (5), 206-216.
2. ANNAND, P. N. — 1944. Report of the chief of the bureau of entomology and plant quarantine, 1943. — *U. S. Dep. Agr.*, 48 p.
3. ARBUTHNOT, K. D. — 1955. European Corn Borer parasite complex near East Hartford, Connecticut. — *J. ec. Ent.*, **48** (1), 91-93.
4. BRADLEY, W. G. & K. D. ARBUTHNOT. — 1938. The relation of host physiology to development of the Braconid parasite. — *Chelonus annulipes* WESMAEL. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **31** (3), 359-365.
5. CHARPENTIER, L. J. — 1956. Studies of parasites for sugarcane Borer control in Louisiana. — *J. ec. Ent.*, **49** (2), 267-268.
6. CLADSEN, C. P. — 1956. Biological control of insect pests in the continental United States. — *Tech. Bull.* n° 1139, *U.S. Dep. Agr.*, 91-92.
7. COUTURIER, A. — (1948) 1950. La teigne de la Betterave en France. — *VIII<sup>e</sup> Int. Cong. Ent.* 1948, *Stockholm*, 632-636.

8. FINNEY, G. L., S. E. FLANDERS & H. S. SMITH. — 1947. Mass culture of *Macrocentrus ancyliivorus* and its host, the Potato Tuber Moth. — *Hilgardia*, **17** (13), 437-483.
9. HENSLEY, S. D. & K. D. ARBUTHNOT. — 1955. *Diatraea grandiosella* DYAR. as a host of *Chelonus annulipes* WESM. — *J. ec. Ent.*, **48** (5), 611-612.
10. LABEYRIE, V. — 1957. Remarques sur la mise au point d'un élevage semi-industriel de *Macrocentrus ancyliivorus* ROH. en France. — *Entomophaga*, **2** (4), 271-282.
11. MCGOUGH, J. M. & L. M. NOBLE. — 1955. Colonization of imported Pink Bollworm parasites. — *J. ec. Ent.*, **48** (5), 626-627.
12. MCCREARY, D. & P. L. RICE. — 1949. Parasites of the European Corn Borer in Delaware. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **42** (2), 141-153.
13. MENOZZI, C. — 1936. La campagna saccarifera 1935 nei riguardi delle infestioni entomatiche. — *Ind. Sacc. Ital.*, Genova, 29, 8 p.
14. NOBLE, L. W. & W. T. HUNT. — 1936. Methods of rearing the Pink Bollworm parasites *Chelonus* and *Microbracon*. — *J. ec. Ent.*, **35** (4), 597.
15. PEMBERTON, C. E. — 1943. Entomology. — *Rep. Com. Exp. St. Hawaii Sug. Pl. Ass.* 1941-42, Honolulu, 18-22.
16. TERENYL, S. & S. BOGNAR. — 1955. A répaaknazomoly és az 1950-1953, évi védekezési kísérletek eredményei. — *Növénytermelés*, Budapest, **4** (1), 67-68.
17. ULLYETT, G. C. — 1949. Distribution of progeny by *Chelonus texanus* CRESS. — *Canad. Ent.*, **81** (2), 25-44.
18. VANCE, A. M. — 1932. The biology and morphology of the Braconid *Chelonus annulipes* WESM. a parasite of the European Corn Borer. — *Tech. Bull.*, no. 294, U.S. Dep. Agr., 48 p.
19. WISHART, G. & W. E. VANSTEENBURG. — 1934. A contribution to the technique for propagation of *Chelonus annulipes* WESM.; an imported parasite of the European corn Borer. — *Canad. Ent.*, **66** (6), 121-125.
20. ENTOMOLOGICAL INVESTIGATION. — 1944. 18 Rep. Counc. Sci. Ind. Res. Australia. 1943-1944, 14-20.

(Institut national de la Recherche agronomique,  
Station de Zoologie agricole d'Antibes.)



# EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN NESTBAU DER WALDAMEISEN. NESTHÜGEL UND VOLKSTÄRKE

VON

ROLF LANGE (\*)

---

## I. Einleitung

Im Rahmen der biologischen Bereinigung von Schädlingsplagen haben die räuberischen Völker der Roten Waldameise Bedeutung erlangt. Vorangetrieben durch die Arbeiten GÖSSWALD's (2) und WELLENSTEIN's (10) sind zahlreiche künstliche Kolonien entstanden.

Untersuchungen, die mit diesen neuangelegten Nestverbänden oder auch mit alten Stammnestern durchgeführt werden, machen es häufig nötig, Zustand und Entwicklung der Völker zu vergleichen. Bisher liegt nur ein Versuch vor, durch Schätzung der Individuenzahl und Vermessung des Nesthügels die Bevölkerungszunahme junger Ableger über mehrere Jahre hin zu verfolgen (3).

Bei Beobachtung einer *Formica polyctena*-Kolonie findet man häufig innerhalb derselben Kolonie sehr kleine, aber auch sehr grosse Nesthügel und ist versucht, die unterschiedliche Nestgrösse mit einem unterschiedlichen Individuenreichtum der Völker in Verbindung zu bringen, wobei einem grossen Nest eine hohe, einem kleinen Nest aber nur eine geringe Individuenzahl zugeschrieben wird. Benutzt man die Ausmasse eines Nesthügels als Gradmesser für den Gesamtzustand eines Volkes, dann muss vorausgesetzt werden, dass alle anfänglich kleinen Nester schliesslich das Format von Riesennestern erreichen und dabei die Grössenzunahme des Hügels einer Vergrösserung der Population direkt entspricht.

Durch Beobachtungen an Freilandnestern war aber festgestellt worden, dass die Nestformen der gleichen Art beträchtlich variieren

(\*) Die Arbeit wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der ich auch an dieser Stelle für die gewährte Unterstützung danke.

und offenbar Regulationsfaktoren des Feuchtigkeits — und Wärmehaushaltes darstellen (6, 7, 8; hier weitere Literatur). Wird die Nestbauweise der Waldameisen weitgehend von klimatischen Faktoren beeinflusst, dann sind Ausmasse des Nesthügels oder dessen Rauminhalt nicht oder nur mit Einschränkungen als Mass für das Volkswachstum zu verwenden.

Ziel der Arbeit soll es daher sein, die Nestbauweise von *Formica rufa* L. und *Formica polyctena* FÖRST. unter verschiedenen Temperaturbedingungen im Experiment zu prüfen und ihre Veränderungen festzuhalten.

Herrn R. GAUSS, Wittental, danke ich für die Anfertigung der Zeichnung.

## 2. Material und Methoden

An den Untersuchungen waren drei Völker beteiligt.

1. *Formica rufa* L. (monogyn) aus Walldorf/Baden, Formicar 12
2. *Formica polyctena* FÖRST. aus Götzingen/Baden, Formicar 9
3. *Formica polyctena* FÖRST. aus Neustadt/Pfalz, Formicar 11.

Je ca 3000 ♀ ♀ wurden in Formicaren nach GÖSSWALD & BIER (4) angesetzt. Die Anzahl der Weibchen pro Formicar war verschieden. Der Nestteil der Formicare, eine Glasarena von  $23,5 \times 20,5$  cm Grundfläche und 33 cm Höhe, enthielt einen einmalig schwach angefeuchteten Gipsboden, eine Torfplatte und die jeweils gleiche Menge

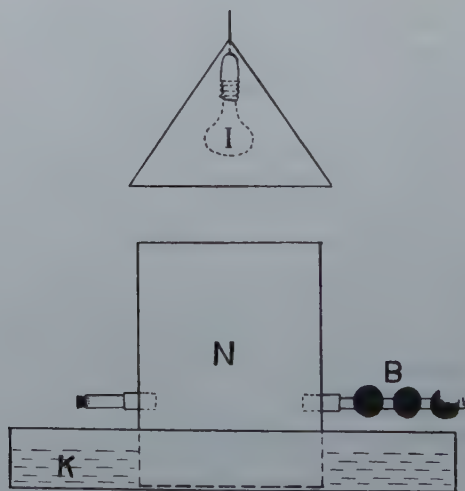


ABB. 1. — Versuchsanordnung, nähere Erklärung im Text.  
B : Brutkammern; I : Infrarot-Lampe; K : Kühlwanne; N : Nestteil.

Nestmaterial (Fichten- und Tannennadeln und Triebachsen). Diese Nestarena stand in einer Zinkblechwanne, die bis zur Höhe von 4 cm mit fließendem Wasser versorgt wurde. Über dem Nestteil hing in für die einzelnen Versuche unterschiedlicher Höhe eine Infrarot-Lampe, 150 W, der Firma Radium (*Abb. 1*). An den Nestteil schlossen sich die Brutkammern und daran die Futterarena an. Veränderungen, die während der Versuche in letztgenannten Teilen des Formicars entstanden, wurden nicht registriert.

### 3. Die Abänderung der Nestform

Die Versuche fanden zwischen September und Dezember 1957 in einem abgedeckten und geheizten Glashaus statt. Die täglichen Temperaturen im Glashaus schwankten. Sie überstiegen nur verhältnismässig selten 25 °C. und dann auch nur kurzfristig. Bei Erreichen dieser Temperatur wurde die Heizlampe abgestellt.

Die Formicare waren allseits etwa gleichmässig belichtet. Nach ZAHN (12) ist die Bauweise nicht an die Richtung des einfallenden Lichtes gebunden.

Die auf Grund der Versuchsbedingungen vorgenommenen baulichen Veränderungen des Nesthügels wurden für die Formicarvölker 9 und 11 zeichnerisch festgehalten, für das Volk aus Formicar 12 zeichnerisch und z.T. fotografisch. In den *Abb. 2 - 4* sind nur die baulichen Veränderungen im Nestteil des Formicars 12 wiedergegeben. Sofern die Bauweisen der beiden anderen Völker wesentlich von der des Volkes 12 abwichen, ist dies vermerkt.

#### A. DIE AUSGANGSSITUATION.

Unmittelbar nach dem Einsetzen der Versuchsvölker in die Formicare wurde die Wasserkühlung in Betrieb genommen und die Infrarot-Lampe 48 cm über dem Boden des Nestteiles installiert. Messungen der Nesttemperaturen konnten aus technischen Gründen nicht vorgenommen werden.

30 Tage nach Versuchsbeginn wurde die Form des Nesthügels festgehalten (*Abb. 2*). In allen drei Formicaren, die nicht gleichzeitig im Versuch waren, herrschte deutlich die Tendenz zum Bau eines Flachnestes oder einer stark abgeflachten Kuppel vor. Nach der ersten Bauphase, die durch die Errichtung des Nesthügels gekennzeichnet war, führten die Bauarbeiterinnen hauptsächlich Miniarbeiten an der Torfplatte durch.

#### B. NACH VERRINGERUNG DER WÄRMEEINSTRALUNG.

Am 31. Versuchstag wurde die Entfernung der Infrarot-Lampe auf 100 cm über dem Boden der Nestarena vergrößert. Wenige Stunden danach begannen intensive Arbeiten an der Nestkuppel. Die Ameisen trugen das Nestmaterial an der Seite der Nestarena, die den Brut-



kammern am nächsten lag, steil zusammen. Es entstand die typische Form eines Spitzkegels (*Abb. 3*). Dabei wurde der Gummistutzen zu den Brutkammern völlig in den Hügel eingebaut, nur in Formicar 11 war er eben noch sichtbar. 10 Tage später war die Bautätigkeit an der Nestkuppel weitgehend erloschen. Überwiegend trugen die Bauarbeiterinnen wieder Torfpartikel.

#### C. ERNEUTE VERSTÄRKUNG DER WÄRMEEINSTRALUNG.

41 Tage nach Versuchsbeginn verringerte ich den Abstand der Infrarot-Lampe auf 36 cm über dem Formicarboden. Gleichzeitig wurde die Kühlung abgestellt und das Wasser aus der Kühlwanne entfernt. Jetzt begann ein Prozess, der normalerweise im Freiland nicht oder nur in sehr geringem Umfang beobachtet werden kann: der Abbau der Nestkuppel. Im allgemeinen verlässt ein Volk das Nest und baut ein neues auf. Im Formicar bauten nur zwei Völker, 9 und 12, die Nestkuppel *deutlich* ab. Sie warfen die Nadeln an den steilsten Seiten des Kegels hinab. Die Tätigkeit machte nicht den Eindruck eines planvollen Abbaus. Das in *Abb. 4* gezeigte Stadium war nach etwa 5 Tagen erreicht und änderte sich danach kaum noch.

Durch Vergrößerung des Lampenabstandes und Einschalten der Wasserkühlung liess sich in beiden Formicaren erneut der Aufbau eines Spitzkegels, wie in *Abb. 3*, erzielen.

### 4. Formen der Naturnester

Am häufigsten findet man im Freiland zwei Nesttypen, das Kegelnest und das Flachnest. Sie werden entsprechend den Erfordernissen und Möglichkeiten des Wärme— und wahrscheinlich auch des Feuchtigkeitshaushaltes variiert.

Im dunklen Bestandesinnern finden sich fast ausschliesslich Spitzkegelnester, am Bestandesrand treten des öfteren Flachnester auf. Daneben gibt es die absonderlichsten Konstruktionen: Nester mit zwei Spitzen, nasenartige Vorsprünge oder eine Reihe kleinerer Hügel vor dem eigentlichen Nest. Auf Sandboden kann man häufig Nester finden, die durch einen unter dem Bodenniveau liegenden Hügel auffallen.

In reinen Laubwäldern sind die Nesthügel meist nur von geringer Grösse, gleichwohl sind die Staaten ausserordentlich volkreich.

Zahlreiche weitere Angaben über die Nestbauweise der Waldameisen sind bei GÖSSWALD (2) und WELLENSTEIN (8) ersichtlich.

### 5. Nestgrösse und Bevölkerungszahl

Die vorausgegangenen Experimente zeigen, dass die Nestform sich durch Temperaturveränderungen beeinflussen lässt. Die Abän-



ABB. 2. — Flachnest bei intensiver Wärmeeinstrahlung.

ABB. 3. — Spitzkegelnest nach Verringerung der Wärmeeinstrahlung.

ABB. 4. — Nestform nach Abbau des Spitzkegels infolge erneuter Verstärkung der Wärmeeinstrahlung.

derungen wurden von artverschiedenen Völkern gleichsinnig durchgeführt.

ZAHN (12) konnte experimentell nachweisen, dass nach Befeuchtung des Nestmaterials rege Bautätigkeit einsetzt. Bei grosser Feuchtigkeit im Nest waren die Anschüttungen steiler als bei Trockenheit. Dies ist der Nachweis für die bekannte Tatsache, dass bei feuchter Witterung die Nesthügel steiler, mithin höher gebaut werden.

Nun werden aber Nesthügel, die, gleich aus welchem Grund, höher gebaut werden müssen, auch oft im Durchmesser vergrössert. So entstehen Riesennester, deren geringe Bevölkerungszahl oft in keinem Verhältnis zur Nestgrösse steht. Gleichgrosse Nester müssen keinesfalls annähernd dieselbe Ameisenzahl beherbergen. Im Frühjahr, wenn die Aussendiensttätigkeit voll angelaufen ist, kann man sich durch Öffnen der Nester von den Bevölkerungsunterschieden annähernd gleichgrosser Nester überzeugen. Die Ameisen finden sich zu diesem Zeitpunkt in grossen Massen im oberirdischen Nestteil in der Nähe der Brut.

Vergleichbar in ihrer Entwicklung sind nur solche Völker, die gleich alt sind und unter gleichen oder annähernd gleichen Bedingungen leben. Diese Forderungen sind nur selten erfüllt.

Völlig unvergleichbar in ihrer Bevölkerungsentwicklung auf Grund von Nestmassen sind Staaten aus verschiedenen Biotopen.

Die Nester der Kahlrückigen Waldameise (*Formica polyctena* FÖRST.) und in geringem Umfang auch der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.) werden heute vielfach durch Drahthauben vor Zerstörung durch Mensch und Tier geschützt. Die so geschützten Völker zeichnen sich häufig durch ein besonders schnelles Wachstum der Nesthügel aus, was auf eine Verminderung der die Ameisenpopulation dezimierenden Einflüsse zurückgeführt wird. Ohne diese Ansicht anzuzweifeln, möchte ich eine weitere Erklärungsmöglichkeit für das schnelle und stärkere Wachstum der Nesthügel geschützter Völker geben.

Auf eine Veränderung der einstrahlenden Wärmemenge antworten die Ameisen mit einer Abänderung der Nestform. Die engmaschigen Drahthauben und daran haftende Pflanzenteile vermindern zweifelsohne die Menge der auf die Nestoberfläche einfallenden Wärmestrahlung. Daneben scheinen Auswirkungen auf den Feuchtigkeitshaushalt denkbar. Die Folge davon ist, dass die Ameisen steiler und intensiver bauen, um das beschattende Objekt zu überwinden. Die Drahthaube wird teilweise oder ganz in den Nesthügel eingebaut. Im Innern des Nesthügels errichten die ♀ ♀ ein Wärmezentrum. Sie vermögen dies, indem die auf der Nestoberfläche und in Nestnähe eingefangene Sonnenwärme von bestimmten Arbeitsdiensten ins Nest getragen und dort in der kühleren Umgebung wieder abgegeben wird, wie Untersuchungen von GÖSSWALD & BIER (4) und ZAHN (12) wahrscheinlich machen. Es wäre nun denkbar, dass das in den Nesthügel



eingebaute Drahtnetz bei ungünstiger Lage in unerwünschtem Masse durch Wärmeableitung die Aufrechterhaltung der für die Brutaufzucht notwendigen Temperaturen erschwert und unter Umständen die Zahl der aufgezogenen Bruten beeinflusst.

Es würde sich als zweckmässig erweisen, diese hypothetischen Erwägungen in stadtfernen Gebieten, wo der zerstörende Einfluss der Menschen geringer ist, zu überprüfen. Das Absterben einzelner Nester oder ganzer Kolonien ist meines Erachtens nicht nur auf den zerstörenden Einfluss des Menschen oder tierischer Nutzniesser zurückzuführen. Die experimentellen Grundlagen für diese Ansicht aufzuzeigen soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Der Nestschutz und die damit verbundenen Pflegearbeiten verursachen beträchtliche Kosten. Ihr Wegfall würde die Wiederansiedlung der nützlichen Waldameisen attraktiver gestalten. Es wäre auch dann eine grosse Erleichterung der praktischen Arbeiten und eine Kostensenkung, wenn nur ein zeitlicher Schutz — unmittelbar nach dem Aussetzen bis zum Einarbeiten in den Boden — erforderlich wäre.

## 6. Erörterungen

Da die Grösse des Nesthügels sich als Mass für Bevölkerungsbewegungen nur sehr bedingt verwenden lässt, müssen Methoden gesucht werden, die eine bessere Auskunft über die Bevölkerungsentwicklung geben. Schätzungen der Bevölkerungsstärke und des Zuwachses (3) setzen eine sehr grosse Erfahrung voraus und sind deshalb nicht von jedermann durchführbar. Bei Schätzungen des Bevölkerungszuwachses frisch ausgesetzter Ableger muss man einkalkulieren, dass die Entwicklungszeit vom Ei bis zur Imago mindestens 4 Wochen dauert, dass aus dem ersten Eigelege zumeist Geschlechtstiere entstehen, die keinen effektiven Bevölkerungszuwachs darstellen und dass die Reproduktionskraft einer polygynen Königin gering ist (1; siehe *Formica rufa rufo-pratensis minor*).

Als Möglichkeit, die Bevölkerungsentwicklung festzuhalten, bieten sich Zählungen bestimmter Arbeitsdienste an. Über die methodischen Schwierigkeiten hierbei berichtete WELLENSTEIN (9, 11). MÜLLER (6) zählte die Anzahl der Lausbäume, die jedes Volk besucht und die Menge der Lausbesucherinnen pro Meter Stamm. Er schaltete damit in gewissen Grenzen Fehlerquellen aus (z. B. Laufgeschwindigkeit), die durch klimatische Faktoren verursacht werden.

Zweifelsohne erhalten wir durch solche Zählungen Aussagen über die Bevölkerungsbewegungen, da anzunehmen ist, dass der Anteil der einzelnen Arbeitsdienste mit steigender Bevölkerungszahl wächst.

Mit Hilfe der bereits vorliegenden Untersuchungen müsste es gelingen, eine Methode zu entwickeln, die das Volkswachstum genauer als bisher erfassbar macht.

## 7. Zusammenfassung

1. Die Nestteile dreier Formicaren von *Formica rufa* L. und *Formica polyctena* FÖRST. wurden mit einer Infrarot-Lampe bestrahlt. Durch Veränderungen des Abstandes der Lampe von der Nestarena liessen sich charakteristische Änderungen in der Nestbauweise der Ameisen erzielen.

2. Es ist nicht statthaft, das Wachstum des Nesthügels generell als Massstab für die Bevölkerungsentwicklung zu verwenden, da der Aufbau des oberirdischen Nestes weitgehend von klimatischen Faktoren beeinflusst wird.

3. Die Auswirkungen des Schutzes von Ameisennestern mittels Drahthauben auf die Nestbauweise werden diskutiert.

## RÉSUMÉ

1. Les nids de trois fourmillières de *Formica rufa* L. et *F. polyctena* FÖRST. furent irradiés avec une lampe à infra-rouge. Le déplacement de la lampe par rapport au nid a provoqué des modifications caractéristiques dans le mode de construction du dôme de la fourmillière.

2. L'augmentation du volume d'un nid ne peut pas être considérée valablement comme l'indication d'un accroissement de la colonie de fourmis car la construction du dôme de détritux est largement influencée par des facteurs climatiques.

3. Les effets de la protection des nids de fourmis au moyen d'un grillage appliqué sur le dôme sont discutés.

## SUMMARY

1. The nest sections of three formicaria of *Formica rufa* L. and *F. polyctena* FÖRST. were heated with an infrared lamp. Characteristic changes in the structure of the detritus dome were obtained by changing the distance of the lamp from the nest.

2. The increase of detritus cannot be used as an accurate measure of colony growth. The building of the detritus dome is largely influenced by climatic factors.

3. The effects of protecting ant colonies by placing wire mesh over the dome are discussed.

## LITERATURVERZEICHNIS

1. GÖSSWALD, K. — 1941. Rassenstudien an der Roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. — *Zschr. ang. Ent.*, **28**, 62-124.
2. — 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. — *Metta Kinau Verlag*, Lüneburg.
3. — 1951. Anlage einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise. — *Zschr. ang. Ent.*, **33**, 77-104.
4. GÖSSWALD, K. & K. BIER. — 1954. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. IV. Physiologische Weisellosigkeit als Voraussetzung der Aufzucht von Geschlechtstieren im polygynen Volk. — *Ins. Soc.*, **1**, 305-318.
5. MÜLLER, H. — Der Honigtau als Nahrung der hügelbauenden Waldameisen. — *Entomophaga* (im Druck).

6. RAIGNIER, A. — 1947. Warmte en Warmteregeling in de Nesten van de roode Boschnier (*Formica rufa polycтена* FÖRST.). — *Mededelingen van de Koninklygke Vlaamse Academie vor Wetenschappen, Letteren en schone Kunsten van België Klasse der Wetenschappen*, **9**, 1-41.
7. — 1948. L'économie thermique d'une colonie polycalique de la Fourmis de bois. — *La Cellule*, **51**, 281-367.
8. WELLENSTEIN, G. — 1929. Beiträge zur Biologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. — *Zschr. ang. Ent.*, **14**, 1-68.
9. — 1952. Zur Ernährungsbiologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Zschr. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz*, **59**, 430-451.
10. — 1954. Was können wir von der Roten Waldameise im Forstschutz erwarten. — *Beitr. Entomol.*, **4**, 117-138.
11. — 1957. Die Beeinflussung der forstlichen Arthropodenfauna durch Waldameisen (*Formica rufa* - Gruppe), I. Teil. *Zschr. ang. Ent.*, **41**, 368-385.
12. ZAHN, M. — 1957. Temperatursinn, Wärmehaushalt und Bauweise der Roten Waldameise *Formica rufa* L. — *Zool. Beitr., N.F.*, **3**, 127-194.

(Forstschutzstelle Südwest, Wittental b. Freiburg, Deutschland.)





## DOCUMENTATION

### BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LA SYSTÉMATIQUE DES INSECTES ENTOMOPHAGES

#### II

(1956-1957)\*

(Réunie par le Centre de documentation de la C.I.L.B.)

#### I. PARASITES

##### A. — *Hymenoptera*

###### 1. *Miscellanea*

- JANSSON, A. — 1957. Zwei neue Mikrohymenopteren aus Schweden. *Batrachencyrtus callidii* nov. gen. nov. sp. (*Chalcidoidea*, *Encyrtidae*), *Aphanognus annulicornis* nov. sp. (*Proctotrupoidea*, *Calliceratidae*). — *Entomol. Ts.*, **78**, 71-74.
- PETERSEN, B. — 1956. *Hymenoptera*. — *The Zool. of Iceland*, **3**, pt. 49-50, 176 p., Copenhagen & Reykjavik.
- RISBEC, J. — 1957. Chalcidoïdes et Proctotrupides de l'Afrique-Occidentale française (5<sup>e</sup> supplément). — *Bull. de l'I.F.A.N.* (A), **19**, 228-267.
- 1957. Chalcidoïdes et Proctotrupides de l'Afrique-Occidentale française. — *Bull. de l'I.F.A.N.* (A), **19**, 520-538.
- 1957. Hyménoptères. *Proctotrupidae* et Chalcidoïdes. — *Mém. Inst. sci. Madag.* (E), **8**, 321-366.
- TSHUMAKOVA, B. M. — 1956. On some Hymenoptera *Chalcidoidea* and *Serpheoidea*, parasites of *Coccoidea* in Ussuri Land. — *Rev. Ent. URSS.*, **35**, 109-119.
- UCHIDA, T. — 1956. Ueber den Fichtenwickler in Hokkaido und seine Parasiten, mit der Beschreibung neuer Arten. — *Ins. Matsum.*, **20**, 100-103.

###### 2. *Ichneumonoides*

- AERTS, W. — 1957. Die Schlupfwespen - (Ichneumoniden -) Fauna des Rheinlandes. — *Decheniana*, **109**, 137-212.
- AUBERT, J. F. — 1957. Révision partielle des Ichneumonides *Gelis* THNBG. (= *Pezomachus* GRAY.) et *Perosis* FÖRST. de la collection A. FÖRSTER et notes concernant les travaux qui s'y rapportent. — *Mitt. münch. ent. Ges.*, **47**, 222-264.

(\*) Inclus les travaux de l'année 1955, omis dans la liste précédente (*Entomophaga*, **2**, 161-172, 1957).

- BENOIT, P. L. G. — 1956. *Ichneumonidae* nouveaux ou intéressants de l'Afrique du Sud. — *Ann. Soc. Afr. Mus.*, **43**, 123-135.  
 — 1956. Nouvelles espèces africaines du genre *Foenatopus* SMITH (*Hym.*, *Stephanidae*). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **92**, 205-212.  
 1957. Les *Ichneumonidae* des Isles Mascareignes. — *Mém. Inst. Sci. Madag.*, **8**, 307-316.
- BOUČEK, Z. — 1955. On a new genus of *Braconidae* (*Hymenoptera*) with remarks on the wing nomenclature. — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 441-446.
- ČAPEK, M. — 1956. A new genus and species of *Braconidae* from Slovakia. — *Folia Zool.*, **5** (19), 285-287.
- & H. ZWÖLFER. — 1957. *Apanteles murinanae* nov. sp. (*Braconidae*, *Hym.*) ein neuer Parasit des Tannentriebwicklers. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 119-126.
- CHAO, H. F. — 1957. Records of *Ichneumon*-flies from Fukien Province, with description of a new species (*Hym.*, *Ichneumonidae*). — *Acta Ent. Sinica*, **7**, 105-112.
- COSTANTINEANU, M. J. — 1956. Nouvelles espèces d'*Ichneumonides* pour la faune de la République populaire roumaine. Sous-famille des *Ichneumoninae* FÖRSTER de la région de Iassy. — *Acad. R.P.R., Etud. Rech. Sci.*, **6**, 35-47.  
 — 1956. Contributions à la faune des *Ichneumonides* de la République populaire roumaine. La sous-famille des *Ichneumoninae*, dans la région de Suceava. — *Acad. R.P.R., Etud. Rech. Sci.*, **6**, 49-71.
- COSTANTINEANU, M. J., I. ANDRIESCU & V. CIOCHIA. — 1956. Contributions à la connaissance de la faune des *Ichneumonides* de la République populaire roumaine. La sous-famille des *Ichneumoninae* FÖRSTER dans le nord-ouest de l'Olténie. — *Ann. Sci. Univ. « Al. I. Cuza »*, Iassy, **2**, 85-111.
- COSTANTINEANU, M. J., I. SUCIU, I. ANDRIESCU, V. CIOCHIA, & C. PISICA. — 1957. Contributions à la connaissance des *Ichneumonides* en R.P.R. Sous-famille *Ichneumoninae* FÖRSTER, arrondissement de Husi, région de Iassy. — *Ann. Sci. Univ. « Al. I. Cuza »*, Iassy, **3**, 234-263.
- FERNANDO, E. F. W. — 1956. A new species of *Spilophion* (*Ichneumonidae*, *Hymenoptera*) from Ceylon. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **9**, 666-668.  
 — 1956. A new species of *Goryphus* (*Ichneumonoidea*, *Hymenoptera*) from Ceylon. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **9**, 878-880.
- FISCHER, M. — 1957. Neue Palaearktische *Meteorus*-Arten (*Hym.*, *Braconidae*). — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **61**, 104-109 (1956).  
 — 1957. Die Opien-Typen der Sammlung FÖRSTER aus dem Zoologischen Museum in Berlin (*Hym.*, *Braconidae*). — *Deutsch. Ent. Z.*, **4**, 47-53.  
 — 1957. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. (*Hym.*, *Braconidae*). — *Deutsch. Ent. Z.*, **4**, 332-358.  
 — 1957. Beiträge zur Kenntnis der palaearktischen Braconiden (*Hymenoptera*). — *Mitt. München. Ent. Ges.*, **47**, 1-21.  
 — 1957. Neue *Opius*-Arten aus Schweden (*Hym.*, *Braconidae*). — *Opusc. Ent.*, **22**, 211-225.
- FULLAWAY, D. T. — 1957. A new reared *Opius* from Africa (*Hymenoptera*, *Braconidae*). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **59**, 98-99.
- GUPTA, V. K. — 1957. *Pristomerus testaceacollis* CAMERON. — A « nomen nudum » (*Insecta: Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Cur. Sci.*, **26**, 152-153.
- HEINRICH, G. H. — 1956. Holarctic elements among the *Ichneumoninae* of Canada. — *Canad. Ent.*, **88**, 647-652.  
 — 1956. *Ichneumon lariae* CURTIS, a critical study on this arctic species and its closely related forms. — *Canad. Ent.*, **88**, 686-691.  
 — 1957. A new species of the tribe *Trogini* (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Canad. Ent.*, **89**, 334.
- HELLÉN, W. — 1957. Zur Kenntnis der *Braconidae* : *Cyclostomi* Finnlands. — *Notulae Ent.*, **37**, 33-52.
- HEQVIST, K. J. — 1957. Studien über Braconiden. III. *Paracedria* n. gen., eine neue Gattung der *Hormiinae* aus Schweden. — *Entomol. Ts.*, **77**, 219-220.  
 — 1957. Studien über Braconiden. IV. Eigenartige Flügelabnormität bei *Helcon annulicornis* NEES. — *Entomol. Ts.*, **78**, 28.

- HINZ, R. — 1957. Zur Systematik und Oekologie der Ichneumoniden. I. (*Hym.*). — *Deutsch. ent. Z.*, **4**, 86-90.
- JOURDHEUIL, P. — 1957. Description d'un ichneumonide (*Mesochorini*) parasite secondaire de diverses espèces de *Phyllotreta* (*Hym.*, *Ichneumonidae*). — *Bull. Soc. ent. France*, **62**, 41-45.
- KERRICH, G. J. — 1957. Systematic note on *Rhorus substitutor* (THUNBERG) (*Hym.*, *Ichneumonidae*). — *Entomol. Ts.*, **78**, 272-273.
- LIMA, A. DA COSTA. — 1956. Tortricid from seeds of « imbuia » (*Phoebe porosa*) and its parasite (*Hymenoptera*, *Braconidae*). — *Rev. Bras. Ent.*, **5**, 219-224.
- MASON, W. R. M. — 1957. A new genus and species of *Microgasterinae* (*Hymenoptera*, *Braconidae*). — *Canad. Ent.*, **89**, 355-357.
- MUESEBECK, C. F. W. — 1956. Some Braconid parasites of the Pink Bollworm *Pectinophora gossypiella* (SAUNDERS). — *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, **33**, 57-68.  
— 1957. New world *Apanteles* parasitic on *Diatraea* (*Hymenoptera*: *Braconidae*). — *Ent. News*, **68**, 19-25.
- NIXON, G. E. J. — 1956. Two new Braconid parasites of *Loxostege frustalis* ZELL. in South Africa. — *J. Ent. Soc. South Afr.*, **19**, 128-131.
- NOSKIEWICZ, J. — 1957. Remarques sur les espèces du groupe de *Megarhyssa superba* SCHRK. en Silésie (*Hymenoptera*, *Ichneumonidae*). — *Polsk. Pismo Ent.*, **26**, 321-331 (1956).
- ORFILA, R. N. — 1956. Los *Stephanidae* (*Hym.*) argentinos. — *Rev. Soc. Ent. Argent.*, **19**, 5-8.
- PARROT, A. W. — 1957. Notes on the host relation of some Australian *Ichneumonidae*, with a description of a new species. — *Mem. Natl. Mus. Victoria*, **21**, 79-82.
- PERKINS, J. F. — 1957. Notes on some Eurasian « *Itopectis* », with descriptions of new species (*Hym.*, *Ichneumonidae*). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 323-326.
- PORTER, C. C. — 1957. A new subspecies of *Megarhyssa atrata* (FABRICIUS) (*Hymenoptera*: *Ichneumonidae*). — *Ent. News*, **68**, 206.
- RAO, B. R. S. — 1955. A new species of *Chelonus* on *Heliothis armigera* (FABRICIUS). — *Indian J. Ent.*, **17**, 63-64.
- RICHARDS, O. W. — 1957. A note on the genus *Mirax* HAL. (*Hym.*, *Braconidae*, *Microgasterinae*). — *Entomologist*, **90**, 120-122.
- SANTIS, L. DE. — 1956. Anotaciones sobre Ichneumonoideos argentinos con descripción de una especie nueva (*Hymenoptera*). — *Notas Mus. La Plata (Zool.)*, **18**, 303-312.
- SHENEFELT, R. D. & C. F. MUESEBECK. — 1957. Ashmead's *Meteoridea* (*Hymenoptera*, *Braconidae*). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **59**, 129-134.
- SHORT, J. R. T. — 1957. On the final instar larva of *Stilbops* (*Aphanoroptrum*) *abdominale* (GRAY.) (*Hymenoptera*: *Ichneumonidae*). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **26**, 175-176.
- STARÝ, P. — 1957. On the Braconid genus *Zele* CURTIS of Czechoslovakia (*Hym.*, *Braconidae*) (Notes on the *Braconidae* of Czechoslovakia, III.). — *Acta Soc. Ent. Cechosl.*, **54**, 66-72.  
— 1957. Notes on the *Braconidae* (*Hym.*) of Czechoslovakia IV. (Part I.). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 277-292.  
— 1957. Notes on the synonymy of « *Heterogamus excavatus* TELENGA, 1941 » and « *Heterogamus* (*Jirunia*) *farmakena* MALAČ, 1941 » (*Hym.*, *Braconidae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 293-295.
- STELFOX, A. W. — 1957. Further new species of *Dacnusiini* (*Hym.*, *Braconidae*) from Ireland and notes on several other species. — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 111-120.  
— 1957. A new name for *Opius nitidus* STELFOX, 1948 (*Hym.*, *Braconidae*). — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 212.
- TOBIAS, V. I. — 1957. New subgenera and species of the genera *Bracon* F. and *Habrobracon* ASHM. (*Hymenoptera*, *Braconidae*) from the steppe and desert regions of the USSR. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 476-500.  
— 1957. On morphology, taxonomy and phylogeny of the supertribus *Braconina* TEL. (*Hymenoptera*, *Braconidae*). — *Zool. Zhur.*, **36**, 1338-1354.

- TOWNES, H. — 1956. Biological characteristics of taxonomic groupings in the *Ichneumonidae*. — *Bull. ent. Soc. Amer.*, **2**, 18.  
 — 1957. A revision of the genera of *Poemeniini* and *Xoridini* (Hymenoptera, *Ichneumonidae*). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **59**, 15-23.  
 — 1957. A review of the generic names proposed for Old World Ichneumonids, the types of whose genotypes are in Japan, Formosa or North America (Hymenoptera, *Ichneumonidae*). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **59**, 100-120.
- UCHIDA, T. — 1956. Ein neuer Schmarotzer der Larve von *Artopoetes pryori*. — *Ins. Matsum.*, **20**, 48-49.  
 — 1956. Neue oder bisher unbekannte Ichneumoniden aus Japan und seinen Umgebungen (1). — *Ins. Matsum.*, **20**, 57-76.  
 — 1957. Ein neuer Schmarotzer der Kartoffelmotte in Japan (Hymenoptera, *Ichneumonidae*). — *Mushi*, **30**, 29-30.  
 — 1957. Zwei neue Arten und eine neue Gattung der Ichneumoniden. — *Ins. Matsum.*, **21**, 41-44.  
 — 1957. — Drei aus den Schmetterlingslarven gezüchteten Ichneumonidenarten. — *Ins. Matsum.*, **21**, 59-61.  
 — 1957. Beiträge zur Kenntnis der Diplazoninen-Fauna Japans und seiner Umgebungen (Hymenoptera, *Ichneumonidae*). — *J. Hokkaido Univ. Fac. Agr.*, **50**, 225-265.
- UCHIDA, T. & S. MOMOI. — 1957. Descriptions of three new species of the tribe *Ephialtini* from Japan (Hymenoptera, *Ichneumonidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 6-14.
- UEDA, S. — 1956. Description of the male of *Epirhyssa nitobei* UCHIDA (Hymenoptera: *Ichneumonidae*). — *Kontyû*, **24**, 212-214.
- VICTOROV, G. A. — 1957. Species of the genus *Enicospilus* Stephens (Hymenoptera, *Ichneumonidae*) in URSS. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 179-210.
- WALKLEY, L. M. — 1956. A tribal revision of the Brachycyrtine Wasps of the world (*Cryptinae*, *Ichneumonidae*). — *Proc. U.S. Natl. Mus.*, **106**, 315-329.
- WATANABE, C. — 1957. A new species of *Aspilota* FÖRSTER parasitic on the Chestnut gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU (Hymenoptera, *Braconidae*). — *Mushi*, **30**, 35-36.  
 — 1957. Notes on Ashmead's Japanese *Braconidae* (Hymenoptera). — *Ins. Matsum.*, **21**, 1-5.  
 — 1957. Notes on Japanese and Formosan species of *Stantonia* ASHMEAD (Hymenoptera, *Braconidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 45.  
 — 1957. A revision of *Rogas pallidinervis* CAMERON (Hymenoptera, *Braconidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 46-47.

### 3. Chalcidoidea

- ALAM, S. M. — 1956. The Taxonomy of some British Aphelinid parasites (Hymenoptera) of Scale Insects (Coccoidea). — *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, **108**, 357-384.
- BAKKENDORF, O. — 1957. Descriptions of two Eulophid species (Hym.). — *Ent. Medd.*, **28**, 1-16.
- BENNETT, F. D. — 1957. Trinidad Encyrtidae. II. Some additional mealybug parasites. — *Canad. Ent.*, **89**, 569-572.
- BLANCHARD, E. E. — 1956. Un nuevo género y especie de Eupelmido coccidofago (Hymenopt.). — *An. Soc. Cient. Argent.*, **162**, 160-164.
- BOUČEK, Z. — 1956. Chalcidologiecké Poznámky. III. *Torymidae*, *Pteromalidae*, *Perilampidae* a *Eucharitidae*. — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 305-330.  
 — 1957. *Tetrastichus xanthomelaenae* (ROND.) soll *T. galerucae* (FONSC.) heissen! (Hym., Chalc.). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **31**, 177-181.  
 — 1957. Chalcidological Notes. IV. *Pteromalidae*. (Hymenoptera, Chalcidoidea). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **53** (1956), 155-165.  
 — 1957. A new genus of the *Trigonoderus* — Group of the Hymenopterous family *Pteromalidae*. — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 157-161.  
 — 1957. Ueber einige forstwirtschaftlich wichtige Pteromaliden aus der Tschechoslowakei. — *Acta Faun. Ent. Mus. Natl. Pragae*, **2**, 75-81.



- BUGBEE, R. E. — 1956. Synonymy, new combinations and nomina nuda in the genus *Eurytoma* ILLIGER (Chalcidoidea: Hymenoptera). — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **49**, 503-506.  
 — 1957. Four new species of the genus *Eurytoma* from galls on Hackberry (Chalcidoidea, Hymenoptera). — *J. Kans. ent. Soc.*, **30**, 45-50.
- BURKS, B. D. — 1956. The species of *Chryseida* (Hymenoptera, Eurytomidae). — *Bull. Brookl. ent. Soc.*, **51**, 109-116.
- COMPÈRE, H. — 1957. Descriptions of species of *Metaphycus* recently introduced into California and some corrections. — *Boll. Lab. Ent. agr. Portici*, **15**, 221-230.
- DELUCCHI, V. — 1957. Der *Caenacis-Cecidostiba*-Komplex (Chalcid., Pteromalidae). — *Entomophaga*, **2**, 137-160.  
 — 1957. Beiträge zur Kenntnis der Pteromaliden (Hym., Chalcidoidea). III. — *Z. ang. Ent.*, **40**, 400-421.  
 — 1957. Espèces nouvelles du genre *Enaysma* DEL. (Chalcidoidea: Eulophidae). — *Z. ang. Ent.*, **41**, 260-266.
- DOMENICHINI, G. — 1957. Contributo alla conoscenza dei parassiti e iperparassiti dei *Coleoptera Coccinellidae*. — *Boll. Zool. Agr. e Bachic.*, **22** (1956), 215-246.  
 — 1957. Descrizioni di Imenotteri Chalcidoidei parassiti ed iperparassiti di *Lixus iridis* OLIV. (*Coleoptera Curculionidae*) e di un Dittero Cloropide suo sinoico. — *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **22**, 99-118.
- ERDÖS, J. — 1956. Gezogene und gesammelte neue Zehrwespen aus Ungarn. — *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.*, **6**, 375-392.  
 — 1957. Series Encyrtidarum novarum hungaricarum. — *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, **3**, 5-87.  
 — 1957. Recentiores observationes entomocoenologicae in Phragmite communi Trin. — *Allattani Közlemények*, **46**, 49-65.  
 — 1957. Miscellaneous chalcidologica Hungarica. — *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.*, **8**, s.n., 347-374.  
 — 1957. *Eulophidae* novae gallicae (Hym.). — *Bull. Soc. ent. France*, **62**, 279-287.
- FERNANDO, W. — 1957. Contributions to a knowledge of the insects of Ceylon. 5. New parasitic Hymenoptera (Chalcidoidea). — *Ceylon J. Sci. (B. Zoology)*, **25**, 209-219.
- FERRIÈRE, C. — 1956. Encyrtides parasites de cochenilles (Coccidae) sur graminées. — *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, **33**, 350-364.  
 — 1957. Die Parasiten von *Spilococcus nanas* SCHMUTTERER in Süd-Bayern. — *Opusc. Zool.*, Nr. 10, 9 p.
- FERRIERE, C. & V. DELUCCHI. — 1957. Les Hyménoptères parasites de la mouche des olives. I. Les Chalcidiens de la région méditerranéenne. — *Entomophaga*, **2**, 119-124.
- Ghesquière, J. — 1957. Le genre *Rhopus* FÖRSTER nouveau pour l'Amérique du Sud. (Hym. Chalcidoidea, Encyrtidae). — *Neotropica*, **3**, 17-22.
- GRADWELL, G. R. — 1957. A new Tetrastichine (Hym., Eulophidae) genus with three included species. — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 1-5.
- GRAHAM, M. W. R. DE V. — 1956. A new genus and species of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea). — *Ent. mon. Mag.*, **92**, 406-408.  
 — 1957. A new European genus of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea). — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 180-182.  
 — 1957. A revision of the WALKER types of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea). Part 3 (including descriptions of new species). — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 217-236.  
 — 1957. A new genus and species of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea). — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 406-408.  
 — 1957. A new genus and two new species of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea) from Europe. — *Ann. Ent. Fenn.*, **23**, 71-77.  
 — 1957. Two new genera of Pteromalidae (Hym., Chalcidoidea) based upon material in the collection of C. G. THOMSON. — *Opusc. Ent.*, **22**, 137-142.
- HEQVIST, K. J. — 1957. Ueber die Gattung *Heydenia* FÖRST. (Hym., Chalc.). — *Opusc. Ent.*, **22**, 39-48.  
 — 1957. Notes on Chalcidoidea. I. Two new genera of the Family Pteromalidae. — *Entomol. Ts.*, **78**, 23-27.

- HINCKS, W. D. — 1956. Notes on three species of *Micro-Hymenoptera* from Charthouse pools. — *J. Soc. Brit. Ent.*, **5**, 150-152.
- HOFFER, A. — 1957. Czechoslovak species of the genus *Metalion* WALKER (*Hym.*, *Chalcidoidea*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 41-53.  
— 1957. Die tschechoslowakischen Arten der Subtribus *Cheiloneurii* (*Hym.*, *Chalcidoidea*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 327-355.  
— 1957. Miscellanea Encyrtidologica. I. — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **31**, 191-220.  
— 1957. Miscellanea Encyrtidologica. II. — *Acta Faun. Ent. Mus. Natl. Pragae*, **2**, 51-73.
- JANSSON, A. — 1957. Zwei neue Microhymenopteren aus Schweden. *Batrachencyrtus callidii* nov. gen. nov. sp. (*Chalcidoidea*, *Encyrtidae*), *Aphanogmus annulicornis* nov. sp. (*Proctotrupeoidea*, *Calliceratidae*). — *Entomol. Ts.*, **78**, 71-74.
- JASNOSH, V. A. — 1957. New parasites (*Hymenoptera*, *Aphelinidae* and *Encyrtidae*) reared from *Coccoidea* in Georgia, Caucasus. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 715-720.
- JUDD, W. W. — 1957. Chalcidoid Wasps (*Eulophidae*, *Eurytomidae*) reared from the bullet gall caused by *Disholcaspis mamma* (CRESSON) (*Cynipidae*). — *Ent. News*, **68**, 193-195.
- KERRICH, G. J. — 1957. Description of a new species of *Calloctenomyus* MASI, with a note on the genus *Notanisus* WALKER (*Hym.*, *Chalcidoidea*). — *EOS*, **33**, 269-273.
- KERRICH, G. J. & M. W. R. DE V. GRAHAM. — 1957. Systematic notes on British and Swedish *Ctenomyidae*, with descriptions of a new genus (*Hym.*, *Chalcidoidea*). — *Trans. Soc. Brit. Ent.*, **12**, 265-311.
- LIMA, A. DA COSTA. — 1956. On two *Microhymenoptera* probably polyembryonic (*Chalcidoidea*, *Encyrtidae*, *Encyrtinae*). — *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, **33**, 29-34.
- MULLA, M. S. — 1956. Two Mymarid egg parasites attacking *Typhlocyba* species in California. — *J. econ. Ent.*, **49**, 438-441.
- OGLOBLIN, A. — 1956. Los nuevos representantes de la fam. *Mymaridae* (*Hym.*) de la Republica Argentina. — *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, **33**, 377-397.  
— 1956. Las especies argentinas del género *Lymaenon* (HALID.) WALK. (*Mymaridae*, *Hymenoptera*). — *Rev. Soc. Ent. Argent.*, **19**, 33-44.
- PRASAD, V. G. — 1955. A second Eulophid parasite (*Encarsia neomaskelliae* n. sp.) on *Neomaskellia bergii* SIGNORET on Sugar cane in Bihar. — *Indian J. Ent.*, **17**, 49-51.
- QUEDNAU, W. — 1957. Der Wert des physiologischen Experimentes für die Artsystematik von *Trichogramma* (*Hym.*, *Chalcididae*). — *Ber. Hundertjahrfeier Dsch. Ent. Ges.*, 87-92.
- RISBEC, J. — 1957. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). CXXIII. *Hymenoptera Chalcidoidea*: *Eulophidae*, *Pteromalidae*, *Eurytomidae*, *Torymidae*, *Perilampidae*, *Encyrtidae* et *Eupelmidae*. — *Ann. Mus. R. Congo Belge*, **58**, 148-231.  
— 1957. *Aphelinidae* de Madagascar (*Hym. Chalcidoidea*). — *Naturaliste Malgache*, **9**, 263-272.  
— 1957. Hyménoptères parasites nouveaux de Madagascar. — *Rev. Pathol. végét. Ent. agr. France*, **36**, 237-256.
- SANTIS, L. DE. — 1956. Nota sobre hymenopteros parasitos de dos cochinillas (*Coccoidea*) patagónicas. — *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, **33**, 187-197.  
— 1956. Las especies argentinas del género *Cheiloneurus* (*Hymenoptera*: *Chalcidoidea*). — *Neotropica*, **2**, 69-76.  
— 1957. Descripción de nuevos generos y especies de Calcidoideos argentinos. I. (*Hymenoptera*). — *Notas Mus. La Plata*, **19**, 33-72.  
— 1957. Adiciones a la fauna argentina de Afelinidos. III. (*Hymenoptera*: *Chalcidoidea*). — *Notas Mus. La Plata*, **19**, 101-106.  
— 1957. Anotaciones sobre Calcidoideos argentinos (*Hymenoptera*). — *Notas Mus. La Plata*, **19**, 107-119.  
— 1957. Descripción de un nuevo Encirtido mirmecófilo de la Republica Argentina (*Hymenoptera*: *Chalcidoidea*). — *Notas Mus. La Plata*, **19**, 121-127.  
— 1957. Descripción de nuevos generos y especies de Calcidoideos argentinos. II. (*Hymenoptera*). — *Notas Mus. La Plata*, **19**, 129-144.

- STEFFAN, J. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). *Hymenoptera Chalcididae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 376-390.
- 1955. Note sur le genre *Oscana* GIRLT. (*Hym. Trichogrammatidae*) et description d'espèces nouvelles parasites de Bruches. — *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, **36**, série 2, 667-673 (1954).
- 1955. Note sur *Monodontomerus strobili* MAYR. — *Plant Protection*, **27**, 40-42.
- 1956. Note sur deux parasites d'une pyrale sud-africaine d'importance économique, *Loxostege frustalis* ZELL. — *Bull. Mus. natl. Hist. Nat. Paris*, **28**, série 2, 191-198.
- 1956. Note synonymique sur les *Cratocentrini* et les *Phasgonophorini* (*Hym. Chalcididae*). — *Bull. Soc. ent. France*, **61**, 238-242.
- 1957. Révision des genres *Chirocera* LATR., *Tanyotorthus* STEFF. et *Tanyoryphus* CAM. (*Hym. Chalcididae*). — *Ann. Soc. ent. France*, **126**, 139-158.
- 1957. *Epitraninae* (*Hym. Chalcididae*) du Musée Royal du Congo Belge. — *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **56**, 71-91.
- SUNDBY, R. — 1957. The parasites of *Phyllocnistis labyrinthella* BJERK. and their relation to the population dynamics of the leaf-miner. — *Norsk Ent. Ts.*, Suppl. II, 153 p.
- SZELÉNYI, G. — 1956. Some new data on the Hymenopterous parasites of *Hyphantria cunea* DRURY. — *Ann. Inst. Plant. Prot. Hung.*, **7**, 295-312 (1954).
- 1957. The genera of the subfamily *Monodontomerinae* (*Hym. Chalcidoidea*). — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **8**, n.s., 381-388.
- 1957. Notizen über die Arten der Gattung *Liodontomerus* GAH. (*Hym. Chalcid.*). — *Folia Ent. Hung.*, **10**, n.s., 111-123.
- TACHIKAWA, T. — 1955. Notes on the genus *Anabrolepsis* TIMBERLAKE, 1920 (*Hymenoptera, Encyrtidae*). — *Matsuyama Agr. Col. Sci. Rpt.*, 9-14.
- 1956. Description of a new species of the genus *Pseudhomalopoda* GIRAULT from Japan, with a list of the known species and their hosts of the *Abrolepis*-like genera. — *Ins. Matsum.*, **20**, 90-96.
- 1957. *Metaphycus tamakatakaigara* sp. nov., an important parasite of *Lecanium kunoense* KUWANA in Japan (*Hym., Encyrtidae*). — *Akitu*, **6**, 27-30.
- 1957. Three species of *Encyrtidae* (*Hymenoptera*). — *Trans. Shikoku Ent. Soc.*, **5**, 55-57.
- TRJAPITZAIN, V. A. — 1957. Species of the genus *Encyrtus* LATR. (*Hymenoptera, Encyrtidae*) in the USSR. — *Rev. Ent. URSS.*, **36**, 699-714.
- TSHUMAKOVA, B. M. — 1957. *Comperiella bifasciata* NOW. (*Hymenoptera, Encyrtidae*) a parasite of Scale Insects in the USSR. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 643-651.
- YASUMATSU, K. — 1955. On the identity of *Elasmus philippinensis* ASHMEAD, a larval parasite of *Sylepta derogata* FABRICIUS, in Hainan Island. — *Mushi*, **28**, 53-55.
- ZINNA, G. — 1955. Un nuovo parassita della *Driorycta splendidella* H.S., *Crataepoides Russoi* n.sp., rappresentante di un nuovo genere. — *Boll. Lab. Ent. agr. Portici*, **14**, 65-82.
- INTERNATIONAL COMM. ZOL. NOMENCL. OPINIONS & DÉCLARATIONS. — 1957. Opinion 437; validation under the plenary powers of the generic name *Pachyceras* BAYLE, 1878 (class *Cephalopoda*, order *Ammonoidea*) by the suppression of the name *Pachyceras* RATZBURG, 1844 (class *Insecta*, order *Hymenoptera*). — **15**, 25-40.

#### 4. *Proctotrupoidea*

- CROSSKEY, R. W. — 1956. Three new species of *Hyptiogaster* KIEFFER (*Hymenoptera, Gasteruptionidae*) from Eastern Australia. — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **25**, 121-126.
- MASNER, L. — 1956. Bemerkungen zur Systematik der Gattung *Parapegus* KIEFFER, 1908 (*Hym., Scelionidae*). — *Zool. Anz.*, **157**, 234-239.
- 1956. Bemerkungen zur Familie *Scelionidae* aus der CSR (*Hymenoptera*). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 137-142 (1955).
- 1957. Remarks to the genus *Iphitrachelus* WALKER, 1835 (*Hym. Scelionidae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 54-61.

- PASTEELS, J. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). *Hymenoptera Argidae, Tenthredinidae et Gasteruptiidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 370-375.
- 1956. Révision du genre *Gasteruption* (Hymenoptera, Evanioidea, Gasteruptionidae). I. Espèces de l'Afrique noire. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **50**, 91 p.
- 1957. Révision du genre *Gasteruption* (Hymenoptera, Evanioidea, Gasteruptionidae). III. Espèces néozélandaises. — *Bull. Ann. Soc. R. ent. Belg.* **93**, 173-176.
- PSCHORN-WALCHER, H. — 1957. Zur Kenntnis der *Diapriinae* (Proctotrupoidea) der Wasmann-Sammlung. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 73-88.
- RIEK, E. F. — 1955. A new species of *Proctotrupes* reared from the Fern Weevil (*Hymenoptera, Proctotrupidae*). — *Proc. Linn. Soc. N.S.W.*, **80**, pt. 2.
- RISBEC, J. — 1956. Proctotrupides *Scelionini* de Madagascar (Hyménoptères). — *Rev. franc. Ent.*, **23**, 244-264.
- 1957. Chalcidoïdes et Proctotrupides de l'Afrique-Occidentale française (6<sup>e</sup> supplément). — *Proctotrupidae*. — *Bull. de l'I.F.A.N.* (A), **19**, 520-538.
- 1957. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). CXXII. *Hymenoptera Proctotrupidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **58**, 137-147.
- 1957. Description d'un nouveau *Baeinien* africain *Parabaeus Machadoi* n. sp. (*Hym. Scelionidae*). — *Publ. Cult. Comp. Diamantes Angola*, **34**, 85-90.
- SUNDHOLM, A. — 1957. *Anopediella* SUNDH. congeneric with *Platystasius* NIXON (*Hym., Proctotrupoidea, Platygasteridae*). — *Entomol. Ts.*, **78**, 269-271.
- SZABO, J. B. — 1956. Neue palaearktische Scelioniden aus Ungarn (*Hym., Proctotrup.*). — *Rov. Közlem.*, n.s., **9**, 197-202.
- 1956. Die Revision zweier von Marshall beschriebener *Scelio* LATR. Arten (*Hymenoptera, Proctotrupoidea*). — *Rov. Közlem.*, n.s., **9**, 423-429.
- 1956. Eine neue Proctotrupiden-Gattung aus Neu-Guinea (*Hymenoptera, Scelionidae*). — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **7**, 151-152.
- 1957. Zwei neue *Trisacantha* - Arten (*Hymenoptera, Proctotrupoidea*). — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **8**, 375-379.
- SZÉLENYI, G. — 1955. Fauna of Romagna (Coll. ZANGHERI). A new species of *Proctotrupidae* (*Hymenoptera*). — *Boll. Soc. ent. Ital.*, **85**, 90-92.
- YASUMATSU, K. — 1956. Two new species of *Roproniidae* (*Hymenoptera*). — *Ins. Matsum.*, **19**, 117-122.

### 5. *Siricoidea*

- RIEK, E. F. — 1955. The Australian Sawflies of the family *Orussidae* (*Hymenoptera: Symphyta*). — *Austr. J. Zool.*, **3**, 99-105.

### 6. *Chrysidoidae*

- BALTHAZAR, V. — 1957. Neue Chrysidien aus Afghanistan (*Opuscula Hymenopterologica* XVII) (*Hymenoptera, Chrysididae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **53** (1956), 143-153.
- KROMBEIN, K. W. — 1956. A generic review of the *Amiseginae*, a group of phasmatid egg parasites, and notes on the *Adelphinae* (*Hymenoptera, Bethyloidea, Chrysididae*). — *Trans. ent. Soc. Amer.*, **82**, 147-215.
- 1957. The synonymy of two species of North American *Chrysis*, sens. str. (*Hymenoptera, Chrysididae*). — *Ent. News*, **68**, 191-192.

### 7. *Bethyloidea*

- BENOIT, P. L. G. — 1956. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). CXII. *Hymenoptera Bethylidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **51**, 560-564.
- 1957. Un nouveau *Sclerodermus* vulnérant pour l'homme en Afrique centrale (*Hymenoptera-Bethylidae*). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **93**, 42-46.



- EVANS, H. E. — 1957. The North and Central American species of *Propristocera* (Hymenoptera: Bethyilidae). — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **59**, 289-296.
- RISBEC, J. — 1956. *Bethyilidae* d'Afrique-Occidentale française. — *Bull. de l'I.F.A.N.* (A), **18**, 1182-1190.
- 1957. Un *Embolemidae* africain (Hymenoptera Bethyloidea). — *Rev. Zool. Bot. afr.*, **55**, 419-421.
- STEFANI, R. — 1956. Descrizione e osservazioni sulla biologia e sulla larva di un nuovo Sclerogibbino della Sardegna (Hymenoptera, Bethyilidae). — *Boll. Soc. ent. Ital.*, **86**, 130-137.

8. *Trigonalidae*

- TOWNES, H. — 1956. The nearctic species of Trigonalid Wasps. — *Proc. U.S.Natl. Mus.*, **106**, 295-302.

9. *Scolioidae*

- BRADLEY, J. C. — 1957. *Scolia* (*Diliacos*) *praslini* new name (Hym. Scoliidae). — *Bull. Soc. Ent. France*, **62**, 53.
- 1957. A new Brazilian species of *Campsomeris* (Hymenoptera: Scoliidae). — *Ent. News*, **68**, 97-98.
- GUIGLIA, D. — 1957. Sopra alcuni Scoliidei africani del museo del Congo Belga (Hymenoptera: Scoliidae). — *Rev. Zool. Bot. afr.*, **56**, 253-262.
- HAMMER, K. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). *Hymenoptera Mutillidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 397-403.
- 1957. Beiträge zur Kenntnis der Insektenfauna Ostafrikas, insbesondere des Matengo-Hochlandes. X. *Hymenoptera: Mutillidae*. — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **61**, 232-237 (1956).
- INVREA, F. — 1955. Imenotteri raccolti da L. CERESA in Sardegna. II. Altri reperti di Mutillidi e Mirmosidi con quattro nuove specie. — *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, **94**, 233-254.
- 1956. Mutillidi nuovi o notevoli del bacino mediterraneo (Hymenoptera, Mutillidae). IV. Nota. — *Boll. Soc. ent. Ital.*, **86**, 142-150.
- 1957. *Idem*, V. Nota. — *Mem. Soc. ent. Ital.*, **36**, 189-200.
- JACOT-GUILLARMOD, C. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). *Hymenoptera Tiphiidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 391-396.
- SCHUSTER, R. M. — 1956. A revision of the genus *Ephuta* (Mutillidae) in America North of Mexico. II. — *J.N.Y. Ent. Soc.*, **64**, 7-84.

10. *Formicidae*

- WILSON, E. O. & W. L. BROWN. — 1956. New parasitic ants of the genus *Kyidris*, with notes on ecology and behavior. — *Ins. sociaux*, **3**, 439-454.

11. *Dryinidae*

- BERGMAN, B. H. H. — 1957. A new Dryinid parasite of Leafhoppers in Java. — *Ent. Ber.*, **17**, 9-12.
- HEIKINHEIMO, O. — 1957. *Dicondylus lindbergi* sp. n. (Hym., Dryinidae), a natural enemy of *Delphacodes pellucida*. — *Ann. Ent. Fenn.*, **23**, 77-85.

B. — *Diptera*1. *Phoridae*

- COLYER, C. N. — 1957. A new species of *Plastophora* (Dipt. Phoridae) from England; a short discussion of the evolution of the present concept of the genus and a key for the identification of the World species. — *Brotéria*, **26**, 75-87.

2. *Conopidae*

- JANSSENS, E. — 1955. Remarques sur le peuplement de l'île de Chypre en Diptères *Conopinae* et description d'une espèce nouvelle. — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique*, **31**, no. 87, 4 p.

3. *Tachinidae*

- AGUILAR, J. D'. — 1957. Révision des *Voriini* de l'ancien Monde (*Dipt. Tachinidae*). — *Ann. Epiphyties*, **3**, 235-270.
- BLANCHARD, E. E. — 1956. *Parapolioides grioti*, nuevo Actino útil argentino (*Dipt.*). — *Rev. Soc. ent. Argent.*, **19**, 45-46.
- DUPUIS, C. — 1956. Variations convergentes ou comparables de certains caractères des tachinaires, notamment des *Phasiinae* (*Dipt. Larvaevoridae*) : leur signification taxonomique différente selon les lignées. — *Proc. Intern. Congr. Zool.*, **14**, 474-476 (1953).
- 1957. Contributions à l'étude des *Phasiinae* cimicophages (*Diptera Larvaevoridae*). XIX. Étude de *Cylindromyia pilipes* (LW.) s. str. — *Cahiers Nat. (n.s.)*, **13**, 9-22.
- 1957. *Idem*, XXI. Notes taxonomiques et biologiques diverses. — *Cahiers Nat. (n.s.)*, **13**, 71-79.
- HERTING, B. — 1957. Die Raupenfliegen (Tachiniden) Westfalens und des Emslandes. — *Abh. Landesmus. Naturkde Münster Westf.*, Jhg., **19**, 40 p.
- MESNIL, L. P. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). *Diptera Tachinidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 359-367.
- 1956. Trois nouveaux Tachinaires d'Afrique (*Dipt. Tachinidae*). — *Entomophaga*, **1**, 76-80.
- 1957. Nouveaux Tachinaires d'Orient. — *Mém. Soc. R. Ent. Belgique*, **28**, 1-80.
- PARAMONOV, S. J. — 1957. Notes on Australian Diptera. XXIII. Notes on some Australian *Ameniini* (*Dipt.*, *Tachinidae*). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **10**, 52-62.
- PERIS, S. V. — 1956. Notas sobre *Acemyiini* (*Dipt. Tachinidae*). — *Graellsia*, **14**, 1-7.
- REINHARD, H. J. — 1956. A synopsis of the Tachinid genus *Leucostoma* (*Diptera*). — *J. Kans. Ent. Soc.*, **29**, 155-168.
- 1957. New American Muscoid *Diptera* (*Sarcophagidae*, *Tachinidae*). — *Ent. News*, **68**, 99-111.
- ZIMIN, L. S. — 1957. Révision de la sous-tribus *Ernestiina* (*Diptera, Larvaevoridae*) de la fauna paléarctique. I. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 501-537.

C. — *Strepsiptera*

- CARVALHO, E. L. DE. — 1956. First contribution to the study of the *Strepsiptera* of Angola (*Insecta Strepsiptera*). — *Publ. Cult. Comp. Diamantes Angola*, **29**, 11-54.
- PASTEELS, J. — 1956. *Xenos stuckenbergi*, espèce nouvelle d'Afrique australe (*Strepsiptera, Stylopidae*). — *Ann. Natal. Mus.*, **13**, 441-443.
- SZEKESSY, V. — 1956. Strepsipteren aus Neu-Guinea, gesammelt von L. BIRÓ. — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **7**, 143-150.

D. — *Coleoptera*

- BESUCHET, C. — 1956. Biologie, morphologie et systématique des *Rhipidius* (*Col. Rhipiphoridae*). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **29**, 73-144.
- KHNZORIAN, S. M. — 1957. A new representative of *Rhipidius* from Armenian SSR (*Coleoptera, Rhipiphoridae*). — *Dok. Akad. Nauk Armiansk. SSR.*, **24**, 231-232.

- RIEK, E. F. — 1955. The Australian Rhipidiine Parasites of Cockroaches (*Coleoptera*: *Rhipiphoridae*). — *Austr. J. Zool.*, **3**, 71-94.
- SELANDER, R. B. — 1957. The systematic position of the genus *Nephrites* and the phylogenetic relationships of the higher groups of *Ripiphoridae* (*Coleoptera*). — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **50**, 88-103.

## II. PRÉDATEURS

### A. — Hymenoptera

#### 1. *Vespoidea* (seulem. Euménines)

- BLÜTHGEN, P. — 1955. Fünf neue *Eumeninae* aus Italien (*Hym.*, *Diptera*). — *Boll. Soc. Ent. Ital.*, **85**, 153-158.
- 1956. Neue oder erwähnenswerte « *Eumenidae* » aus Italien und Nord-Afrika aus dem Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna (I.B.) und aus dem Musée Zoologique de Lausanne (M.L.). — *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **21**, 313-318.
- 1956. Untersuchungen über palaearktische *Eumenidae* (*Hym.*, *Diptera*). — *Mitt. Berlin. Zool. Mus.*, **32**, 117-149.
- 1956. Die Untergattungen *Chlorodynerus* und *Xanthodynerus* der Gattung *Euodynerus* BLÜTHG. (*Hym. Eumenid.*). — *Dtsch. Ent. Z.*, **3**, 281-284.
- GIORDANI SOIKA, A. — 1957. Su alcune sinonimie recentemente proposte da P. Blüthgen (*Hymenoptera Eumenidae*). — *Boll. Soc. ent. Ital.*, **87**, 106-108.

#### 2. *Sphecoidea*

- ANDRADE, N. F. DE. — 1957. *Sphecidae* of Portugal; genus *Plenoculus* FOX (*Hymenoptera, Sphecidae*). — *Mem. Estud. Univ. Coimbra Mus. Zool.*, **247**, 7 p.
- ATANASOV, N. — 1955. Neue und seltene Arten aus der Fam. *Sphecidae* (*Hymenoptera*) für die Fauna Bulgariens. — *Bulgar. Akad. Nauk Zool. Inst. Izv.*, **4-5**, 191-214.
- BAJARI, N. E. — 1956. Révision de la faune de *Cerceris* en Hongrie (*Hymenoptera Sphecidae*). — *Ann. Hist.-Nat. Mus Natl. Hung.*, **7**, 405-410.
- BALTHASAR, V. — 1957. Neue Sphecciden aus Afghanistan (*Opuscula Hymenopterologica XIX*). — *Mitt. münchn. ent. Ges.*, **47**, 186-200.
- BEAUMONT, J. DE. — 1956. Hyménoptères récoltés par une mission suisse au Maroc (1947). *Sphecidae*. 4. — *Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc.*, **36**, 139-164.
- BOHART, R. M. & E. I. SCHLINGER. — 1956. New species of *Oxybelus* from Western North America (*Hymenoptera: Sphecidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **32**, 147-156.
- 1956. An annotated synonymical list of North America (*Hymenoptera: Sphecidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **32**, 157-165.
- BRADLEY, J. C. — 1956. On the use of « *Cresson* » as a generic name (*Hymenoptera: Sphecidae*). — *Ent. News*, **67**, 257.
- FAHLANDER, K. — 1957. Spheccider ur Daniel Gaunità' Samlig. — *Opusc. Ent.*, **22**, 61-64.
- HELLÉN, W. — 1955. Spheccidenfunde aus Finnland. II. (*Hym.*). — *Notulae Ent.*, **35**, 65-68.
- LECLERCQ, J. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEVSKY, 1953). *Hymenoptera Sphecidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 404-426.
- 1955. Révision des *Rhopalum* (KIRBY, 1829) néo-zélandais (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.*, **31** (82), 18 p.
- 1955. Sur les *Foxita* (PATE, 1942), des faunes brésilienne et bolivienne (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Mém. Soc. R. Ent. Belg.*, **27**, 336-342.

- 1956. Les *Dasyproctus* (LEPELETIER DE SAINT-FARGEAU et BRULLÉ, 1834) du sud-est asiatique et de l'Océanie (*Hym. Sphecidae Crabroninae*). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **92**, 139-167.
- 1956. Contribution à l'étude des *Crossocerus* (LEPELETIER DE SAINT-FARGEAU et BRULLÉ, 1834) vivant au sud de l'Himalaya (*Hym. Sphecidae Crabroninae*). *Idem*, **92**, 217-235.
- 1956. Révision des *Ectemnius* du sous-genre *Aptoctemnius* LECLERCQ, 1950 (*Hym. Sphecidae Crabroninae*). I. Sur quatre espèces du Mexique. — *Idem*, **92**, 301-306.
- 1956. Mission E. JANSSENS et R. TOLLET en Grèce (juillet-août 1953). 14<sup>e</sup> note. *Hymenoptera-Sphecidae* et *Vespidae*. — *Idem*, **92**, 324-327.
- 1956. Sur cinq espèces exotiques appartenant au genre *Lestica* (BILLBERG, 1820), sous-genre *Solenius* (LEPELETIER DE SAINT-FARGEAU et BRULLÉ, 1834) (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.*, **32**, 7 p.
- 1956. *Encopognathus* (*Florkinus*, subgen. nov.) *evolutionis* n. sp., crabronien nouveau du Mexique. Note sur sa signification phylogénétique et remarques sur deux *Encopognathus* de l'Inde (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Idem*, **32**, 12 p.
- 1957. *Rhopalum* (*Rhopalum*) *antillarum* n.sp., Crabronien nouveau de Cuba (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **93**, 54-56.
- 1957. Le genre *Rhopalum* (KIRBY, 1829) en Australie (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). — *Idem*, **93**, 177-232.
- 1957. Révision des *Ectemnius* du sous-genre *Apoctemnius* LECLERCQ, 1950 (*Hym. Sphecidae, Crabroninae*). II. Sur quatre espèces sud-américaines. — *Idem*, **93**, 319-324.
- 1957. Crabroniens du sud-est asiatique, nouveaux ou peu connus. I. Genres *Rhopalum* KIRBY, *Piyuma* PATE et *Crossocerus* subg. *Euplioides* PATE (*Hym. Sphecidae*). — *Idem*, **93**, 348-353.
- MITCHELL, T. B. — 1956. New species of *Sphecodes* from the Eastern United States. — *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **72**, 206-222.
- PULAWSKI, W. J. — 1957. Contribution à la connaissance des espèces paléarctiques du genre *Astata* LATR. (*Hym. Sphecid.*). — *Polsk. Pismo Ent.*, **26**, 81-88 (1956.).
- TSUNEKI, K. — 1956. On the taxonomical position, curious distribution and male polymorphism of *Ectemnius* (*Yanonius* nov.) *martjanowii* F. MORAWITZ 1892 (*Hym. Sphec. Crabroninae*). — *Kontyû*, **24**, 128-132.
- 1956. A new species of *Stigmus* from Morocco (*Hymen, Sphecidae, Pemphredoninae*). — *Ent. Ber.*, **16**, 263-264.
- 1957. On *Sphex* (s. str.) *fukuianus* sp. nov. found in Japan (*Hym. Sphecidae*). — *Kontyû*, **25**, 46-49.
- VALKEILA, E. — 1956. A note on the taxonomy and nomenclature of two European species of the genus *Stigmus* PANZER (*Hym. Sphecidae*). — *Ann. Ent. Fenn.*, **22**, 165-167.
- VECHT, J. VAN DER. — 1957. Taxonomic notes on *Sphex nankumiensis* LAIDLAW (*Hym., Sphecidae*). — *Ent. mon. Mag.*, **93**, 22-23.
- WILLINK, A. — 1956. Synonymical notes on some American *Bembicini* (*Hym., Sphecidae*). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **9**, 701-704.

## B. — Diptera

### 1. *Chamaemyiidae*

- SABROSKY, C. W. — 1957. A new genus and two new species of *Chamaemyiidae* (Diptera) feeding on *Orthezia* Scale Insects. — *Bull. Brookl. ent. Soc.*, **52**, 114-117.

### 2. *Asilidae*

- HULL, F. M. — 1956. Some flies of the family *Asilidae* (Diptera). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **9**, 394-400.
- 1957. Some new species of Robber Flies (Diptera: *Asilidae*). — *Psyche*, **64**, 70-75.



- MARTIN, C. H. — 1957. The *Asilidae* of the Bahama Island, with the description of two new species (*Diptera*). — *Amer. Mus. Nov.*, No. 1847.  
 — 1957. A revision of the *Leptogastrinae* in the United States (*Diptera, Asilidae*). — *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **111**, 343-386.
- MOUCHA, J. — 1956. A contribution to knowledge of the subfamily *Laphriinae* (*Dipt., Asilidae*) in central Europe. — *Ent. mon. Mag.*, **92**, 206.
- OLDROYD, H. — 1957. The genus *Sisyrnodytes* LOEW. (*Diptera, Asilidae*). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **26**, 79-88.
- PERIS, S. V. — 1957. Sobre *Asilus bolivari* Arias, su inclusion en un nuevo genero y notas sobre su residencia ecologica. — *EOS*, **33**, 275-282.
- WILCOX, J. & C. H. MARTIN. — 1957. *Nannocyrtopogon* (*Diptera, Asilidae*). — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **50**, 376-392.
- ZINOVJEVA, L. A. — 1956. New Asilid genus (*Diptera, Asilidae*) from Kazakhstan and Middle Asia: — *Rev. Ent. URSS*, **35**, 196-200.

### 3. *Syrphidae*

- CAPELLE, K. J. — 1956. The genus *Rhopalosyrphus*, with a description of a new species from Arizona (*Diptera, Syrphidae*). — *J. Kans. ent. Soc.*, **29**, 170-175.
- COE, R. L. — 1957. *Didea fuscipes* LOEW, a distinct species (*Diptera: Syrphidae*). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **26**, 21-23.  
 — 1957. Some new *Syrphidae* (*Diptera*) from Yugoslavia. — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **26**, 60-62.
- DOESBURG, P. H. VAN. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). *Diptera, Syrphidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **40**, 348-356.  
 — 1955. Report of the Syrphid flies, collected by the « Fourth Dutch Karakorum Expedition, 1935 » (Medelingen over *Syrphidae* XIII). — *Beaufortia*, **5**, 47-51.
- FLUKE, C. L. — 1956. Male genitalia of *Syrphidae*. — *Proc. ent. Soc. Amer.*, **11**, 45.
- LECLERCQ, J. — 1956. *Syrphidae* (Dipt.) de Belgique. I. Révision des *Xylota* MEIGEN (*Zelima* MEIGEN). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **92**, 311-318.
- PARAMONOV, S. J. — 1957. Notes on Australian *Diptera*. XXIV. Key to Australian *Eumerus* species (*Syrphidae*). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **10**, 125-128.
- SHIRAKI, T. — 1956. Studies on the *Syrphidae*. 5. Two new Japanese species, presented by Dr. C. OKAWA. — *Ins. Matsum.*, **20**, 1-5.
- STACKELBERG, A. A. — 1956. Neue Angaben über die Systematik der palaearktischen *Sphegina*-Arten (*Diptera, Syrphidae*). — *Rev. Ent. URSS*, **35**, 706-715.  
 — 1956. *Idem*, II. — *Rev. Ent. URSS*, **35**, 935-943.
- VILOVICH, N. A. — 1957. New palaearctic *Syrphidae* (*Diptera*) from the Far Eastern territory of the URSS. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 748-755.

## C. — *Coleoptera*

### 1. *Coccinellidae*

- BIELAWSKI, R. — 1957. Notes on some species of *Coccinellidae* and description of a new species from Tonking (*Coleoptera*). — *Acta Zool. Cracov.*, **2**, 91-106.  
 — 1957. Eine neue Art der Gattung *Scymnus* Kugel. aus Ungarn (*Coleoptera, Coccinellidae*). — *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.*, **8** (n.s.), 285-288.
- KAPUR, A. P. — 1956. A new species of *Coccinellidae* (*Coleoptera*) predacious on the Citrus White-Fly in India. — *Indian Mus. Rec.*, **52**, 189-193 (1954).  
 — 1956. Systematic and biological notes on the Lady-bird Beetles predacious on the San José Scale in Kashmir with description of a new species (*Coleoptera, Coccinellidae*). — *Idem*, **52**, 257-274 (1954).

- KRYLTZOV, A. I. — 1956. Geographical variability of Lady-birds (*Coleoptera*, *Coccinellidae*) in North Kirghisia. — *Rev. Ent. URSS*, **35**, 771-781.
- MADER, L. — 1956. Eine neue Coccinellide aus Afrika (Col.). — *Mitt. münchn. ent. Ges.*, **46**, 85-86.
- 1957. Weitere neue *Coccinellidae* aus Belgisch-Congo. — *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **55**, 101-124.
- POPE, R. D. — 1955. *Coleoptera : Coccinellidae* from the Monte Bello Islands, 1952. — *Proc. Linn. Soc. Lond.*, **165**, 127.
- SMIRNOFF, W. A. — 1957. Détermination pratique des espèces de *Coccinellidae* et de *Cybocephalidae* (Col.). — *Bull. Soc. ent. France*, **62**, 179-187.

## 2. *Staphylinidae*

- FAGEL, G. — 1956. Contribution à la connaissance des *Staphylinidae*. XXXVII. *Paederinae* nouveaux d'Abyssinie. — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.*, **32**, 12 p.
- 1956. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). LXXXV. *Coleoptera Staphylinidae Paederini*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **51**, 184-200.
- FOCARILE, A. — 1957. Sistematica, ecologia e geonemia del *Paederus* del subgen. *Paederibus* italiani (Col. *Staphylinidae*). — *Mem. Soc. ent. Ital.*, **36**, 65-77.
- LOHSE, G. A. — 1956. Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Philonthus*. — *Ent. Blätt.*, **52**, 87-92.
- SMETANA, A. — 1955. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Philonthus* CURT. (Col. *Staphyl.*). I. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Philonthus* der palaearktischen Region. — *Ent. Blätt.*, **50**, 223-230.
- 1956. Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Ontholestes* GÜLB. (*Coleoptera*, *Staphylinidae*). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 283-289 (1955).
- 1957. Systematische und faunistische Beiträge zur Kenntnis der Staphyliniden-Fauna der Tschechoslowakei. III. (Col. *Staphylinidae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 246-262.
- STEEL, W. C. — 1956. On *Bledius denticollis* FAUVEL and *B. opacus* (BLOCK) (*Coleoptera*, *Staphylinidae*). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **25**, 108-110.
- TOTTENHAM, C. E. — 1956. Studies on the genus *Philonthus* STEPHENS (Col., *Staphylinidae*). *Philonthus turbidus* ERICHSON and its allies. — *Ent. mon. Mag.*, **92**, 237-244.
- 1956. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). LXXXVII. *Coleoptera Staphylinidae: Steninae, Xantholininae, Staphylininae, Tachyporinae* and *Pygosteninae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **51**, 221-332.
- WENDELER, H. — 1956. Neue Staphyliniden aus Brasilien (4.u.5.) (20. Beitrag zur Kenntnis der Staphyliniden). — *Dusenja*, **7**, 219-234.
- 1957. *Idem* (6.u.7.). — *Dusenja*, **7**, 261-276.

## 3. *Histeridae*

- THEROND, J. — 1957. Six histerides nouveaux du Congo belge, prédateurs de xylophages. — *Rev. Zool. Bot. afr.*, **56**, 269-273.

## 4. *Carabidae*

- ANTOINE, M. — 1957. Coléoptères carabiques du Maroc. 2. — *Mém. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc (n.s.)*, 179-314.
- BANNINGER. — 1956. Ueber *Carabinae*, Ergänzungen und Berichtigungen. IV. — *Ent. Arb. Mus. G. Frey*, **7**, 398-411.

- BASILEWSKY, P. — 1956. Descriptions de *Chlaeniinae* africains nouveaux du Zoologisches Museum der Humboldt-Universität zu Berlin (*Coleoptera Carabidae*). — *Mitt. Berlin. zool. Mus.*, **32**, 175-185.
- 1956. Descriptions de *Graphopterus* nouveaux et notes sur des espèces déjà connues (*Coleoptera Carabidae*). — *Rev. Zool. Bot. afr.*, **54**, 121-126.
- 1956. Contributions à la connaissance des *Lebiinae* d'Afrique (*Coleoptera Carabidae*). — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **92**, 236-248.
- 1956. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). LXXX. *Coleoptera Carabidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **51**, 41-157.
- 1957. Contributions à la connaissance des *Lebiinae* d'Afrique. (*Col. Carabidae*). III. *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **93**, 239-256.
- 1957. Le genre *Eunostus* CASTELNAN (*Coleoptera Carabidae Zuphiinae*). — *Rev. Zool. Bot. afr.*, **55**, 311-322.
- 1957. Coléoptères *Carabidae* africains nouveaux. VIII. — *Idem*, **56**, 33-40.
- 1957. Description d'un genre nouveau de *Brachinini* du sud-ouest africain (*Col. Carabidae-Brachininae*). — *Ann. Transvaal Mus.*, **23**, 117-119.
- 1957. Descriptions de deux *Storhodontus* nouveaux de Madagascar (*Col. Carabidae Scaritinae*). — *Bull. Soc. ent. France*, **62**, 94-96.
- BENSCHOTER, C. A. & E. F. COOK. — 1956. A revision of the genus *Omophron* (*Carabidae, Coleoptera*) of North America North of Mexico. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **49**, 411-429.
- BREUNING, S. — 1957. Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Carabus* L. — *Ent. Arb. Mus. G. Frey*, **8**, 275.
- BURAKOWSKI, B. — 1957. *Amara* (*Amara*) *pseudocommunis* sp. n. from Central Europe (*Coleoptera Carabidae*). — *Ann. Zool.*, **16**, 343-348.
- 1957. A morphological and taxonomical study of the Central European species of the subgenus *Acupalpus* LATR. (*Coleoptera, Carabidae*) and their distribution in Poland. — *Fragm. Faun.*, **7**, 297-351.
- COLAS, G. — 1957. Deux carabiques nouveaux de Grèce. — *Rev. franç. Ent.*, **24**, 253-254.
- DARLINGTON, P. J. — 1956. Australian Carabid Beetles. III. Notes on the *Agonini*. — *Psyche*, **63**, 1-10.
- GRUNDMANN, E. — 1956. Beitrag zur Kenntnis der Carabiden-Subfamilie *Chlaeniinae sensu* BASILEWSKY-GRUNDMANN (*Col.*). III. — *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, **92**, 67-78.
- 1956. *Idem*, IV. — *Idem*, **92**, 265-266.
- HABU, A. — 1955. On two species of *Carabidae* from Mt. Hiko (*Coleoptera*). IV. — *Ins. Matsum*, **19**, 35-39.
- 1956. A new species of *Agonum*, with some notes on the genus *Agonum* and its subgeneric divisions (*Coleoptera, Carabidae*). — *Kontyû*, **24**, 166-169.
- 1956. On the species of *Diplocheila* (*Coleoptera, Carabidae*) and its allied genera of Japan. — *Tokyo Natl. Inst. Agr. Sci. (Phytopath. & Ent.)*, 49-73.
- 1957. One new species of the genus *Pterostichus* (*Coleoptera, Carabidae*). — *Kontyû*, **25**, 22-24.
- 1957. On some species of the *Carabidae* from Aogashima taken by Miss S. KOBAGASHI. — *Kontyû*, **25**, 66-72.
- 1957. A new species of *Coleoptera* from Japan (*Coleoptera, Carabidae*). — *Kontyû*, **25**, 114-117.
- HABU, A. & K. BABA. — 1957. A new species of the subgenus *Melaninus* of *Pterostichus* from Nügata prefecture (*Coleoptera Carabidae*). — *Kontyû*, **25**, 118-122.
- JEANNEL, R. — 1955. Coléoptères carabiques de la onzième réserve naturelle de Madagascar. — *Mém. Inst. sci. Madagascar, sér. E*, **6**, 43-63.
- 1957. Révision des bembidiides d'Afrique et de Madagascar (*Anillini, Coleoptera Caraboidea*). — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **52**, 68 p.
- JEANNEL, R. & E. RIVALIER. — 1957. Coléoptères Carabiques. — *Mém. Inst. sci. Madagascar, sér. E*, **8**, 119-129.

- JEDLIČKA, A. — 1956. Die *Carabidae* (Coleoptera) der Afghanistan-Expedition (1952 u. 1953) J. KLAPPERICHS. — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 189-206 (1955).  
 — 1956. Neue Carabiden (Coleoptera) aus der Sammlung des Ungarischen National-Museums in Budapest. — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **7**, 391-394.  
 — 1956. Beitrag zur Kenntnis der palaearktischen Carabiden (Coleoptera). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 207-220 (1955).  
 — 1957. Bemerkungen zu BASILEWSKY Arbeiten über afrikanische *Chlaenius*-Arten und Beschreibungen von neuen Arten. — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 114-119.  
 — 1957. Beitrag zur Kenntnis der palaearktischen Carabiden. — *Acta Mus. Siles.*, **6**, 97-104.  
 — 1957. Neue Carabiden (Coleoptera) aus der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums in Budapest. — *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl. Hung.*, **8**, n.s., 255-258.
- KORELL, A. — 1956. Eine neue *Coptolabrus*-Art aus Formosa (Col., Carabidae, Carabus). — *Ent. Blätt.*, **52**, 105-107.
- LINDROTH, C. H. — 1957. The Linnaean species of Carabid Beetles. — *J. Zool. Linn. Soc. Lond.*, **43**, 325-341.
- LOUWERENS, C. J. — 1955. New Oriental Agonini (Coleoptera, Carabidae). — *Tijdschr. Ent.*, **98**, 43-56.  
 — 1956. On a collection of *Carabidae* from the Northern Moluccas (Coleoptera). — *Treubia*, **23**, 219-243.
- MANDL, K. — 1955. Ergebnisse einer Revision der Carabiden-Sammlung des Naturhistorischen Museums (4. Teil). — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **60**, 236-272 (1954).
- MATEU, J. — 1956. Carabiques du Tibesti. — *Bull. de l'I.F.A.N.*, **18**, sér. A, 794-801.  
 — 1956. Adiciones y correcciones al catálogo de coleopteros de las Islas Canarias. — *Arch. Almeria Inst. Actim.*, **5**, 7-16.  
 — 1956. Mission H. COIFFAIT al Libano; *Lebiidae* y *Brachinidae* (Col. carabidos). *Idem*, **5**, 33-51.  
 — 1956. Sobre algunos *Microlestes* SCHM.-GÆB. y *Mesolestes* SCHATZM. procedentes de Arabia. — *Idem*, **5**, 57-68.  
 — 1956. Dos nuevos coleopteros del Sáhara (Col. Carabidae). — *Idem*, **5**, 167-171.
- MONTE, T. DE. — 1957. VI Contributo alla conoscenza dei *Bembidiini* paleartici. (Col. Carabidae). — *Doriana*, **3**, no. 72, 11 p.
- MOSCARDINI, C. — 1956. I *Duvalius* s. str. dell'Appennino Emiliano e descrizione di una nuova razza dell'Appennino Modenese (Coleopt. Carabidae). — *Bull. Soc. ent. Ital.*, **86**, 25-30.
- NAKANE, T. — 1957. A new species of the genus *Nebria* from Japan (Coleoptera, Carabidae). — *Ins. Matsum.*, **21**, 56-58.
- SCHMIDT, G. — 1956. Zum Problem der physiologischen Rassenbildung. — *Zool. Anz.*, **157**, 14-19.
- SMETANA, A. — 1956. Die karpathischen Rassen des *Carabus fabricii* PNZ. (Coleoptera, Carabidae). (Dritter Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Carabus* L. der Tschechoslovakei). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 331-339 (1955).
- STRANEO, S. L. — 1956. Coléoptères recueillis par N. LELEUP au lac Tumba. IV. *Coleoptera Carabidae Pterostichinae*. — *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **54**, 127-136.  
 — 1956. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY, 1953). LXXXI. *Coleoptera Carabidae Pterostichinae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **51**, 158-171.  
 — 1957. Nuovi *Pterostichini*. VII. (Coleoptera Carab.). — *Doriana*, **2**, no. 73, 8 p.
- STRANEO, S. L. & R. JEANNEL. — 1955. Carabidae de Juan Fernández. — *Rev. Chil. Ent.*, **4**, 121-144.
- SUENSON, E. — 1957. *Trechinae* from the Far East with description of new species collected by E. SUENSON. — *Ent. Medd.*, **28**, 84-96.
- TANAKA, K. — 1956. Notes on some species of the genera *Tachys* and *Tachyura* from Japan and the Loochoo Island (Coleoptera, Carabidae). — *Kontyû*, **24**, 207-211.  
 — 1957. Descriptions of a new genus and species of the *Amarini* from Japan (Carabidae, Coleoptera). — *Kontyû*, **25**, 110-113.



## D. — Hemiptera

## 1. Anthocoridae

- HILL, A. R. — 1957. A key to the North American members of the genus *Anthocoris* FALLEN (Hemiptera, Anthocoridae). — *Pan-Pacif. Ent.*, **33**, 171-174.

## 2. Reduviidae

- BUCKUP, L. — 1957. Contribution to the knowledge of the genus "*Apiomerus*" in Southern Brazil (Hemiptera, Reduviidae, Apiomerinae). — *Rev. Bras. Biol.*, **17**, 51-57.
- LENT, H. & P. WYGODZINSKY. — 1956. Present situation of the genus *Opisthacidius* BERG, 1879 (Hemiptera, Reduviidae). — *Rev. Bras. Biol.*, **16**, 327-334.
- MILLER, N. C. E. — 1955. Two new genera of Reduviidae (Hemiptera, Heteroptera) from Madagascar. — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **60**, 273-276 (1954).
- 1955. New genera and species of Reduviidae (Hemiptera, Heteroptera) from Malaysia and the Philippine Islands. — *Tijdschr. Ent.*, **98**, 57-76.
- 1956. New species of *Reduvius* (Hemiptera-Reduviidae, Reduviinae). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **30**, 61-120 (1955).
- 1956. A new subfamily of Reduviidae (Hemiptera, Heteroptera) from the Solomon Islands. — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **9**, 587-589.
- 1956. A new species of *Emesinae* (Hemiptera-Heteroptera: Reduviidae). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **25**, 53-54.
- 1956. New Reduviidae from the Cape Verde Islands. — *Comm. Biol. Soc. Sci. Fenn.*, **15**, 7 p.
- 1956. New genera and species of Reduviidae (Hemiptera-Heteroptera). — *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, **33**, 427-445.
- 1957. New genera and species of Ethiopian, Mascarene and Australian Reduviidae (Hemiptera, Heteroptera) in the British Museum (N.H.) London. — *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Ent.*, **5**, 31-81.
- VILLIERS, A. — 1957. Les Reduviides de Madagascar. XI. — *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris*, **39**, 310-314.
- 1957. Notes d'Entomologie ouest-africaine. VII. Hémiptères Réduviides nouveaux ou peu connus. — *Bull. de l'I.F.A.N. (A)*, **19**, 268-273.
- 1957. Mission du Muséum dans les îles du golfe de Guinée. Entomologie. I. Un nouvel Emésine de Sao Tomé (Het. Reduviidae). — *Bull. Soc. ent. France*, **62**, 54-55.

## E. — Neuroptera

## 1. Chrysopidae

- ADAMS, P. A. — 1956. A synonym in the genus *Chrysopa* (Neuroptera, Chrysopidae). — *Psyche*, **63**, 45.
- 1956. A new genus and new species of *Chrysopidae* from the Western United States, with remarks on the wing venation of the family (Neuroptera). — *Psyche*, **63**, 67-74.
- FRASER, F. C. — 1957. Odonata and Neuroptera of Réunion. (*Chrysopa*, n.sp.). — *Mém. Inst. Sci. Madagascar (E)*, **8**, 15-28.
- HANDSCHIN, E. — 1955. Neuroptera von Juan Fernández. — *Rev. Chil. Ent.*, **4**, 3-20.
- KIMMINS, D. E. — 1955. A new Indian species of the genus *Chrysopa*. — *Indian J. Ent.*, **17**, 217-218.
- 1955. Neuroptera from the Monte Bello Islands, 1952. — *Proc. Linn. Soc. Lond.*, **165**, 128-311.
- 1956. Some new species of East African Neuroptera and Trichoptera. (*Chrysopidae*). — *Coryndon Mem. Mus. Occas. Papers*, **4**, 3-9.
- KUWAYAMA, S. — 1956. A new species of *Chrysopidae* from Japan. — *Ins. Matsum.*, **20**, 21-22.

## 2. Hemerobiidae

- FRASER, F. C. — 1957. Odonata and Neuroptera of Réunion. (*Hemerobius*, n.sp.). — *Mém. Inst. sci. Madagascar (E)*, **8**, 15-28.
- KOZHANCHIKOV, I. V. — 1956. On the Asiatic species of the genus *Symphorobius* BANKS (Neuroptera, Hemerobiidae). — *Rev. Ent. URSS*, **35**, 696-705

Octobre, 1958.

ACHEVÉ D'IMPRIMER  
SUR LES PRESSES DE  
L'IMPRIMERIE NOUVELLE  
53, QUAI DE LA SEINE, PARIS  
LE 16 FÉVRIER 1959 - N° 4-59  
LE FRANÇOIS - PARIS  
(C.O.L. 15-02-17)

# BIOLOGIE DE QUELQUES *ICHNEUMONIDAE PIMPLINAE* ET EXAMEN CRITIQUE DE LA THÉORIE DE DZIERZON

PAR

Jacques-F. AUBERT (\*)

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	77
--------------------	----

## PREMIÈRE PARTIE

Observations biologiques et anatomiques.....	79
I. MATÉRIEL ET TECHNIQUES.....	79
1. Techniques d'élevage, p. 79.	
II. MODE DE VIE DES ADULTES.....	82
2. Fréquence et répartition des Pimplines dans le bois de Vincennes, p. 82; 3. Hivernage, survie à basse température, effets d'un froid prolongé, p. 84; 4. Diapause, p. 87; 5. Nutrition, p. 89; 6. Longévité, p. 90;	
III. LES HÔTES .....	92
7. Conditions requises pour que l'hôte puisse être parasité, p. 92; 8. Varia- tions de taille du parasite en fonction de la taille de l'hôte, p. 96.	
IV. REPRODUCTION .....	97
9. Accouplement et parthénogenèse, p. 97; 10. Ponte, p. 102; 11. Anatomie, appareil reproducteur, p. 106.	

## DEUXIÈME PARTIE

Révision des travaux concernant la théorie de Dzierzon et observations nouvelles sur le déterminisme du sexe chez les <i>Pimpla</i> F., <i>Apechthis</i> FÖRST. et <i>Itopectis</i> FÖRST.....	121
--	-----

(\*) Contribution à l'étude des Hyménoptères n° 13, Thèse de doctorat d'État (voir n° 12, in *Bull. Soc. ent. Mulhouse* VII-X. 1958, et Macrolépidoptères n° 16, in *Rev. franç. Lép.* 16, 1957, p. 22-31). La biologie des larves de Pimplines fera l'objet de mon prochain travail. De même, étant donné le volume de la présente publication, j'ai été obligé de publier le chapitre concernant *Gelis corruptor* FÖRST. dans le *Bull. Soc. Linn. Lyon*, 28 (1), 25-28 (travail n° 11 publié par erreur sous le n° 9).

I. RÉVISION DES CONNAISSANCES ACTUELLEMENT ACQUISES.....	121
12. Détermination du sexe chez les Hyménoptères, p. 121; 13. Facteurs exerçant une influence sur la proportion des sexes chez les Hyménoptères parasites, p. 122; 14. La théorie de DZIERZON, « le sexe à la disposition de la mère »; A. Le cas de l'Abeille domestique ( <i>Apis mellifica</i> L.); B. Chez les autres Hyménoptères; C. Le cas des <i>Ichneumonidae Pimplinae</i> , p. 125.	
II. OBSERVATIONS PERSONNELLES .....	134
15. Proportions de mâles et de femelles dans la nature chez diverses espèces d'Ichneumonides, p. 134; 16. Élevages effectués au laboratoire et difficultés rencontrées, p. 136; 17. Pontes dans des hôtes presque exclusivement de grande taille ou exclusivement de petite taille, p. 137; 18. Pontes dans de grands et de petits hôtes alternés, p. 147; 19. Pontes dans des hôtes de même taille, mais d'espèces différentes, p. 149; 20. Pontes dans des nymphes entassées alternant avec des nymphes isolées dans l'ordre 6, 1, 6, 1, 6, 1, ... ou 15, 5, 15, 5, etc., p. 150; 21. Pontes dans des nymphes groupées et isolées dans l'ordre 6, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1, 1, ... ou 10, 1, 1, 1, 10, 1, 1, 1, etc., p. 153; 22. Pontes dans une série d'hôtes isolés suivie d'une série d'hôtes groupés, p. 158; 23. Considérations sur le taux de ponte et la mortalité sélective ou différentielle, p. 162; 24. Réponse des <i>Pimplinae</i> aux hôtes-pièges constitués de nymphes entassées alternant avec des nymphes alignées, p. 165; 25. Expériences accessoires, p. 167; 26. Comment la femelle « mesure-t-elle » son hôte? p. 168; 27. Conclusions, p. 174.	
RÉSUMÉ .....	177
BIBLIOGRAPHIE .....	181



## INTRODUCTION

Dans le présent travail sont exposés les résultats de recherches poursuivies durant plusieurs années à Paris, au Laboratoire d'Évolution des êtres organisés que dirige M. le professeur P.-P. GRASSÉ, membre de l'Institut. M. GRASSÉ n'a cessé de me prodiguer ses judicieux conseils; il m'a encouragé plus que tout autre, avec une efficacité, une amabilité et une confiance sans égales dont je lui serai toujours reconnaissant.

Durant plusieurs années, j'ai bénéficié de l'aide du Centre national de la Recherche scientifique (C.N.R.S.) à qui je dois de pouvoir rester en France, pays qui m'a si généreusement accueilli et m'a accordé la liberté indispensable au travail de recherche.

Plusieurs autres maîtres français se sont associés à l'aide que M. GRASSÉ m'a prodiguée, et je tiens à les remercier ici de tout ce qu'ils ont fait pour moi : je pense notamment à M. R. CHAUVIN, directeur du Laboratoire d'apiculture de Bures-sur-Yvette, à M. A. BALACHOWSKY, chef de service à l'Institut Pasteur, mon parrain de recherches, à M. E. DELEURANCE, maître de recherches au C.N.R.S. et à M. CH. NOIROT, maître de conférences à la Sorbonne, qui m'ont aidé et conseillé avec une amabilité que je ne saurais oublier.

Grâce à MM. L. CHOPARD et E. SÉGUY, professeurs au Laboratoire d'entomologie du Muséum, J. BOURGOGNE, sous-directeur et P. VIETTE, j'ai pu travailler au Muséum national d'histoire naturelle de Paris dans une atmosphère sympathique et confiante.

J'ai pu consulter la plupart des travaux énumérés dans ma bibliographie grâce à l'aide de M. P. PESSON, directeur du Laboratoire de zoologie de l'Institut national agronomique et de M. J. D'AGUILAR, bibliothécaire de la Société entomologique de France. Je leur exprime toute ma reconnaissance.

Je tiens à remercier encore mes collègues du Laboratoire d'Évolution, notamment MM. R. IYENGAR et J. KUTTAMATHIATHU qui m'ont aidé à traduire la bibliographie anglaise énumérée ci-dessous, tandis que MM. E. BILIOTTI, directeur du Laboratoire d'entomologie de l'I.N.R.A. au Cap d'Antibes et L. PLATEAUX me fournissaient d'importants lots de chrysalides indispensables à la réalisation de mes élevages.

Enfin, les photographies des planches ci-jointes ont pu être réalisées grâce à l'aide précieuse de M. J. DRAGESCO et H. DE SAINT-GIRONS.

\*  
\* \*

Le présent travail comprend deux parties : dans la première partie, j'exposerai les techniques qui m'ont permis d'élever des Ichneumonides au laboratoire, puis divers aspects de leur biologie.

La seconde partie est consacrée au déterminisme du sexe chez les *Pimplinae*, problème auquel je me suis particulièrement intéressé.

Je me suis efforcé de poser des problèmes nouveaux le plus loin possible dans l'inconnu, de sorte que les recherches entreprises consistent en un « débroussaillage » des questions abordées. Je n'ai la prétention de résoudre aucun problème définitivement.

Par contre, il était indispensable de faire une mise au point des connaissances acquises, avec révision approfondie de la bibliographie. Cette révision, une fois effectuée, je me suis efforcé de comparer les observations faites chez les Ichneumonides *Pimplinae* avec celles qui ont été publiées par d'autres auteurs.

## PREMIÈRE PARTIE

### OBSERVATIONS BIOLOGIQUES ET ANATOMIQUES

#### I. — MATÉRIEL ET TECHNIQUES

##### 1. Techniques d'élevage

###### A. ÉLEVAGE DES HÔTES.

Pour pouvoir multiplier les Pimplines, objets des présentes recherches, il fallait naturellement trouver des hôtes favorables et susceptibles d'être élevés en grand nombre au laboratoire : des élevages du Coléoptère *Tenebrio molitor* L. et du Lépidoptère *Ephestia kühniella* z. ont d'emblée permis d'obtenir les résultats escomptés. Les Pimplines de petite taille furent élevées aux dépens du Lépidoptère, et les parasites de taille moyenne aux dépens du Coléoptère. Les *Pimpla* F. et les *Apechthis* FÖRST. les plus grandes n'évoluent favorablement que dans des chrysalides de Lépidoptères plus volumineuses, de *Pieris brassicae* L. ou de Vanesses par exemple.

J'ai élevé les *Tenebrio* dans des pots de terre contenant de la farine mêlée de son, à laquelle j'ajoutais de temps à autre quelques morceaux de pain sec et des carottes. En outre, je déposais sur ces aliments une couche de coton hydrophile dans lequel les larves pénétraient et se dispersaient. Une toile fermait le pot d'où je retirais les nymphes une ou deux fois par semaine. J'ai observé que les nymphes de *Tenebrio* peuvent être parasitées avec le plus de chances de succès à partir de leur formation jusqu'au moment où les yeux commencent de se pigmenter. Plus âgées, elles sont souvent réfractaires au parasitisme : elles se dessèchent ou donnent des Coléoptères plus ou moins normaux suivant le traitement qu'elles ont subi de la part des parasites.

Les nymphes ainsi sélectionnées étaient ensuite déposées dans des boîtes de Pétri, et placées durant une journée environ à 11 °C, puis introduites dans un réfrigérateur maintenu à 4 °C; je les en retirais au bout de plusieurs semaines, voire de plusieurs mois, pour les présenter aux parasites. La température de 11 °C par contre, ne ralentit pas suffisamment le développement des hôtes (*Ephestia* et *Tenebrio*). Les résultats obtenus à la température de 4 °C ont été si favorables, que je n'ai pas cherché à utiliser d'autres techniques pour la conservation de mes insectes (la résistance au froid des Pimplines et de leurs hôtes sera étudiée plus en détail dans le chapitre 3).

De la farine traitée de la même manière fut utilisée pour nourrir les chenilles d'*Ephestia kühniella* z. : j'étais une couche de farine épaisse d'un demi-centimètre à peine, au fond de cristallisoirs ayant le plus grand diamètre possible; puis je couvrais le cristallisoir d'une toile épaisse après y avoir introduit un grand nombre de papillons. Quelques semaines après, d'innombrables chenilles vivaient dans la farine. Aucune n'était visible en surface, mais toutes cherchaient à s'enfoncer, et se plaçaient côte à côte au fond du cristallisoir. Il suffisait de soulever celui-ci et je voyais par transparence quel stade les chenilles avaient atteint. Celles-ci étaient si nombreuses et la couche de farine si mince, que presque toutes les chrysalides se formaient dans des cocons situés l'un à côté de l'autre au fond du cristallisoir. Les chrysalides n'étaient recouvertes d'une épaisse couche de soie que vers le haut, et demeuraient parfaitement visibles à travers le fond du cristallisoir. Cette technique me permettait de retirer facilement les chrysalides de leur cocon, dès leur formation, sans devoir trier inutilement une masse considérable de farine.

Plus j'introduisais de papillons dans un cristallisoir, et plus les chenilles apparaissaient nombreuses, plus les chrysalides étaient serrées les unes contre les autres, et plus elles étaient petites. Ces chrysalides de très petite taille étaient indispensables pour plusieurs expériences qui seront exposées dans la deuxième partie (déterminisme du sexe chez les *Pimplinae*).

Comme pour les nymphes de *Tenebrio*, je ralentissais le développement des chrysalides d'*Ephestia* par conservation dans un réfrigérateur maintenu à 4 °C.

Des élevages de chenilles appartenant à d'autres espèces de Lépidoptères phytophages ont également été effectués dans de grandes cages construites avec des plaques de verre fixées l'une à l'autre, à l'intérieur et à l'extérieur, à l'aide de bandes de papier collant transparent genre « scotch ». L'un des grands côtés de ces cages était fermé uniquement d'une toile à bluter permettant l'aération. Un manchon qu'il était facile de fermer avec une ficelle avait été aménagé au milieu de cette toile et permettait d'accéder à l'intérieur. Les chenilles placées



dans une telle cage, avaient à leur disposition des branches avec leur feuillage et dont les tiges étaient introduites dans des bouteilles remplies d'eau.

## B. ÉLEVAGE DES PARASITES.

Les Pimplines étudiées au Laboratoire d'Évolution sont des parasites de nymphes ou de chrysalides : *Pimpla instigator* F., *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), *P. contemplator* MÜLL. (= *turionellae* auct. nec L.), *P. flavicoxis* THS., *P. spuria* GRAV., *Apechthis compuncator* L. (= *brassicariae* PODA.), *A. resinator* THNBG. (= *quadridentata* THS.), *Itoplectis alternans* GRAV., *I. europeator* AUB. et *I. maculator* F.

Toutes ces espèces ont été capturées dans le bois de Vincennes, à l'exception de *Itoplectis europeator* AUB. qui est répandue sur toute la côte méditerranéenne française (AUBERT 1958 et 1959).

J'ai effectué mes élevages de parasites dans des tubes de verre de taille relativement exiguë, où les adultes évoluaient, s'accouplaient et pondaient généralement sans difficulté. Les nymphes et les chrysalides parasitées étaient étiquetées et isolées chacune dans un tube de  $9 \times 1,2$  cm fermé d'un bouchon de coton. Tous ces tubes de faible diamètre étaient disposés dans l'ordre suivant lequel les chrysalides avaient été parasitées.

Chaque jour, des éclosions de parasites imago avaient lieu dans ces petits tubes. Je retirais aussitôt les insectes et les introduisais dans des tubes plus grands, de  $8 \times 2$  cm. Ces derniers étaient replacés au milieu des plus petits lorsqu'ils contenaient des mâles. Mais cette fois-ci, je les disposais à l'envers, le bouchon de coton dirigé dans le sens opposé. Ainsi, je reconnaissais facilement (à leur diamètre plus grand et à leur orientation) ceux des tubes qui contenaient des parasites éclos, et je pouvais les nourrir chaque soir sans perte de temps. Je retirais le coton (en dirigeant le fond du tube vers la lumière qui attire l'insecte), le trempais dans du miel dissous dans de l'eau puis le remettais en place.

Quant aux femelles de Pimplines fraîchement écloses, je les introduisais également dans un tube plus grand, et les mettais en présence de mâles. En général, l'accouplement se produisait aussitôt. Les femelles qui s'étaient accouplées étaient numérotées, placées un jour à  $11^{\circ}\text{C}$ , puis introduites comme les chrysalides dans un réfrigérateur maintenu à  $4^{\circ}\text{C}$ . Elles y séjournaient, engourdies, durant plusieurs semaines, voire de nombreux mois, jusqu'au jour où je les retirais pour les faire pondre ! (voir aussi le chapitre 3).

Les *Pimplinae* les plus grandes (*P. instigator* F., *Apechthis compuncator* L. notamment), peuvent être élevées avec la même facilité que les petites espèces; je les plaçais simplement dans des tubes plus grands ( $10 \times 2,5$  cm).

Ces techniques m'ont permis d'entretenir des élevages en toutes saisons, et d'éviter en automne les inconvénients de la diapause (voir chapitre 4).

## II. — MODE DE VIE DES ADULTES

### 2. Fréquence et répartition des Pimplines dans le bois de Vincennes

Au printemps 1953, la température élevée favorisa la pullulation dans le bois de Vincennes, d'un grand nombre d'insectes. J'ai alors constaté une protandrie très nette chez les Ichneumonides *Pimplinae* : en effet, de nombreux mâles d'*Itopectis* FÖRST. volaient en avril 1953 quelque dix jours avant que les femelles n'apparaissent. Celles-ci devinrent communes seulement durant la dernière semaine du mois.

Cette protandrie printanière pourrait s'expliquer de la manière suivante : le développement des mâles est toujours plus rapide que celui des femelles ; si les deux sexes hibernent dans la nature au même stade larvaire, il en résulte nécessairement que les mâles dont le développement est plus rapide apparaîtront au printemps avant les femelles. Ces observations permettent de supposer aussi que les individus n'ayant pas atteint, ou ayant dépassé le stade le plus propice à l'hivernage, sont pratiquement éliminés dans la nature. Je ne vois pas d'autre explication à la protandrie printanière des *Pimplinae*. Plusieurs auteurs ont précisément démontré que l'hivernation a lieu au stade de larve mature chez la plupart des Hyménoptères parasites (FAURE 1926, JACKSON 1937, MOURSI 1946, etc.).

Exceptionnellement, j'ai aussi capturé quelques femelles précoces au début du printemps. On ne peut savoir s'il s'agit d'individus ayant hiberné à l'état adulte, ou d'insectes ayant évolué plus rapidement dans un endroit bien exposé où le microclimat était particulièrement favorable. La première possibilité expliquerait peut-être que ces femelles « précoces », élevées au laboratoire, étaient souvent presque stériles et ne donnaient qu'un nombre limité de descendants (?).

En 1953, les *Pimpla contemplator* MÜLL. (= *turionellae* auct.) ne sont apparues qu'en mai, plusieurs semaines après les *Itopectis* FÖRST.

Le 30 avril de la même année, j'ai capturé une unique femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) à partir de laquelle j'obtins des milliers de descendants au cours des années qui suivirent.

Durant l'été, de juin à août, l'aspect de la faune est profondément modifié : les *Itopectis* deviennent rares au moment où les chrysalides

de *Tortrix viridana* L., leur hôte principal, commencent de disparaître. Par contre, les *Pimpla contemplator* MÜLL. pullulent durant tout l'été.

Aucune chrysalide de *Tortrix viridana* L. récoltée dans la nature ne m'a procuré de *Pimpla contemplator* MÜLL., mais toujours et en grand nombre des *Itoplectis maculator* F. SCHMIEDEKNECHT (1905), CECCONI (1912), MORLEY (1933), etc. signalent le parasitisme de *I. maculator* F. aux dépens de *Tortrix viridana* L., mais aucun de ces auteurs n'inscrit *P. contemplator* MÜLL. dans la liste des parasites de ce Lépidoptère. Par contre, *P. contemplator* MÜLL. s'attaque à de nombreux autres Microlépidoptères. J'ignore cependant aux dépens de quels hôtes vivent les *P. contemplator* MÜLL. si fréquentes en été dans le bois de Vincennes. Quoi qu'il en soit, il est manifeste que l'*Itoplectis maculator* F. et *Pimpla contemplator* MÜLL. ne s'attaquent pas aux mêmes insectes dans le bois de Vincennes où elles vivent (au moins au printemps) en marge l'une de l'autre (voir aussi chapitre 7).

En automne, dès la fin de septembre, on observe de nouvelles modifications dans l'aspect de la faune : les mâles deviennent introuvables. De plus, durant l'automne 1953, les femelles de *P. contemplator* MÜLL. disparurent avant les *Itoplectis* que j'observai isolément, assez tard en octobre.

Durant les années 1954-1956, les conditions atmosphériques furent très différentes de celles de 1953. Les printemps froids et pluvieux de ces années furent manifestement défavorables aux Ichneumonides *Pimplinae* : en 1955 notamment, ces parasites apparurent tardivement et en petit nombre. Par contre, les *Tortrix viridana* L. poursuivirent leur développement sous la pluie, sans paraître sensiblement affectées. Il en résulta que les *Tortrix* se métamorphosèrent avant que les *Itoplectis* (leurs ennemis les plus dangereux) aient eu l'occasion de les attaquer en nombre. Parmi les chrysalides récoltées *in natura*, une sur 8 ou 10 était parasitée par l'*Itoplectis maculator* F., tandis que le taux de parasitisme atteignait près de 50 % en 1953.

Depuis l'automne 1954, j'ai récolté assez souvent des femelles d'*Apechthis resinator* THNBG. (= *4-dentata* THS.), espèce que je n'avais jamais capturée dans le Bois de Vincennes durant toute l'année 1953. Par contre, je n'ai presque plus observé de mâles d'*Itoplectis* en 1954-1956 alors qu'ils pullulaient en 1953. Les mâles existaient cependant dans le bois, car les femelles étaient normalement fécondées.

Enfin, je n'ai plus observé en 1954-1956 de décalage dans les périodes de vol des *Itoplectis* et de *Pimpla contemplator* MÜLL. Ces parasites apparurent presque simultanément au printemps (avec pro tandrie) et je capturai de rares femelles d'*Itoplectis* et de nombreuses *P. contemplator* MÜLL. jusqu'à la fin d'octobre 1956. A cette époque,



les *P. contemplator* MÜLL. étaient visiblement rassemblées en grand nombre en des endroits ensoleillés très restreints où elles volaient lentement au ras du sol. J'ai également observé des mâles assez tardifs sur ces taches de soleil; ils disparurent cependant avant les femelles.

Il résulte de toutes ces observations que : la fréquence annuelle des *Pimplinae* et leur répartition microclimatique sont très variables dans la nature. Les différences constatées dans la fréquence de ces parasites sont dues à de nombreux facteurs dont la complexité est évidente : certains de ces facteurs agissent directement sur les parasites (microclimat, etc.) tandis que d'autres agissent indirectement, par exemple en favorisant les hôtes aux dépens des parasites (ou inversement).

### 3. Hivernage, survie à basse température, effets d'un froid prolongé

#### A. LES HÔTES.

Dans le chapitre 1, j'ai signalé que les chrysalides utilisées comme hôtes peuvent être conservées au réfrigérateur à 4 °C durant fort longtemps avant d'être parasitées. Cependant, toutes les chrysalides ne résistent pas de la même manière à un tel traitement. Comme on pouvait le prévoir, ce sont les chrysalides qui hibernent normalement dans la nature, qui supportent aussi le plus long séjour au réfrigérateur : *Pieris brassicae* L., *Eudia pavonia* L., etc. survivent plus d'une année. Les chrysalides d'*Ephesia*, et les nymphes de *Tenebrio* par contre, ne résistent guère plus de trois mois.

#### B. LES PARASITES.

*Hivernage.* — L'hivernage de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) à l'état adulte sous les écorces, a été signalé en 1924 déjà, par SEYRIG. En 1937, JACKSON a également fait hiberner à la température naturelle des femelles de la même espèce. J'ai à mon tour vérifié l'observation de ces deux auteurs en laissant hiberner à la température naturelle, sans abri particulier, des femelles de *P. turionellae* L. et d'*Itopectis* FÖRST. enfermées dans des tubes. Par contre, aucun mâle de mes élevages ne survécut à ce traitement.

Je rappelle cependant, que dans la nature, les *Pimplinae* hibernent le plus souvent à l'état de larves matures comme la plupart des Hyménoptères parasites.

*Survie à basse température.* — Étant donné que les *Pimplines* peuvent hiberner à la température naturelle, il n'est pas étonnant qu'elles puissent supporter un très long séjour au réfrigérateur. Souvent, dès leur éclosion, je plaçais brusquement les femelles de mes élevages à 11 °C, puis, le lendemain, à 4 °C, sans qu'elles paraissent



être incommodées. De même, elles recommençaient souvent de pondre dès leur sortie du réfrigérateur. Leur résistance à un brusque refroidissement, puis au réchauffement, est un phénomène indépendant de la diapause dont nous parlerons dans le chapitre suivant.

De même que l'hibernation naturelle peut assurer aux insectes une survie parfois considérable, de même, le séjour au réfrigérateur augmente souvent la longévité des femelles de *Pimplines* au point de la multiplier par 6 : celle-ci passe en effet, de 4 mois à 2 ans chez *P. turionellae* L. (chiffres maximum observés, voir chapitre 6).

Les exemples suivants mettent bien en évidence l'étonnante survie des femelles de *Pimplines* conservées à basse température.

La femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), n° 73, fut fécondée par 3 mâles le 31 août 1953, puis séjourna à 4 °C jusqu'au 20 novembre. Je la sortis alors du réfrigérateur et elle pondit quelques œufs. Toutefois la ponte cessa à partir du 30 novembre (à ce moment, il y eut donc une diapause dans ce cas particulier), puis elle hiberna à la température naturelle, recommença de pondre le 30 avril 1954, et donna près de 40 descendants femelles et 105 mâles avant de mourir le 2 août 1954, une année après son éclosion (voir tableau 11).

Une autre femelle de la même espèce (n° 199) sortit d'une chrysalide le 25 mars 1954. Le jour même, elle s'accoupla deux fois, puis elle séjourna au réfrigérateur, à 4 °C, jusqu'au 17 novembre, soit près de 8 mois ! Elle pondit ensuite régulièrement à la température du laboratoire jusqu'à la fin de janvier 1955, produisant 38 descendants mâles et femelles (signalons toutefois, que les descendants de ce dernier élevage étaient délicats ou stériles et eurent une vie relativement brève).

Les petites espèces, telles que *Pimpla contemplator* MÜLL., *P. spuria* GRAY. ou les *Itopectis* FÖRST. résistent moins longtemps que *P. turionellae* L. aux rigueurs d'un séjour prolongé au réfrigérateur. A la température normale, nous verrons que la longévité moyenne de ces petites espèces est également plus faible (chapitre 6) : une femelle de *P. spuria* GRAY. éclos le 28 juillet 1954, puis maintenue à 4 °C jusqu'au 15 novembre, vécut ensuite à la température du laboratoire jusqu'au 19 mars 1955.

Les mâles, qui ne supportent pas l'hivernage à la température naturelle, résistent moins longtemps que les femelles à un séjour prolongé à basse température. La survie maximum, que j'ai observée au réfrigérateur, fut celle de 2 mâles de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) éclos respectivement le 1<sup>er</sup> juillet et le 9 juillet 1953, et qui furent placés à 4 °C le jour même de leur éclosion après avoir été nourris. Ils étaient encore parfaitement vivants lorsque je les retirai du réfrigérateur près de 4 mois et demi plus tard, le 13 octobre 1953. Ils moururent respectivement le 13 novembre et le 6 novembre 1953, après avoir vécu 136 et 121 jours.

A tous leurs stades, les Pimplines sont capables de supporter un séjour limité au réfrigérateur : en effet, chaque été, lorsque je m'absente, je place tous mes tubes d'élevage dans une chambre froide, à 11 °C; puis je les introduis le lendemain dans un réfrigérateur maintenu à 4 °C. Un mois plus tard, les élevages en question sont replacés à la température de 20 °C environ. Quelques jours après, les éclosions de parasites reprennent et se succèdent régulièrement. Cette observation est valable même pour l'espèce plutôt méridionale qu'est *Pimpla spuria* GRAV. (femelles n<sup>os</sup> 148 et 150 de mes élevages). Les seules pertes enregistrées affectent les nymphes et les imago prêts à éclore au moment de leur introduction dans le réfrigérateur. Ces derniers meurent sans doute de faim plutôt que de froid.

En 1911, DOTEN recourut aussi à la technique du réfrigérateur pour conserver des femelles de *Microbracon juglandis* ASHM. élevées aux dépens d'*Ephestia kühniella* Z. Les parasites en question résistèrent 4 mois à ce traitement, et survécurent ensuite 2 mois et demi à la température ordinaire (voir également ci-dessous les travaux de MOURSI).

*Survie des spermatozoïdes.* — J'ai déjà signalé que les mâles de Pimplines supportent mal un séjour trop prolongé à basse température, et qu'ils meurent rapidement dans de telles conditions. Les spermatozoïdes par contre, sont capables de résister aux basses températures lorsqu'ils sont emmagasinés dans le réceptacle séminal de la femelle : les exemples énumérés ci-dessus (cas des femelles de *P. turionellae* L., n<sup>os</sup> 73 et 199) le mettent en évidence; en effet, malgré le séjour de quelque 8 mois qu'elle subit à la température de 4 °C, la femelle n<sup>o</sup> 199 produisit ultérieurement un certain nombre de descendants femelles, qui, nous le verrons dans les chapitres 9, 12 et suivants, sont issus d'œufs diploïdes, fécondés par des spermatozoïdes au moment de la ponte. On doit donc supposer que les spermatozoïdes, emmagasinés par la femelle de *P. turionellae* L. n<sup>o</sup> 199, avaient survécu à un séjour de 8 mois, à la température de 4 °C.

*Conséquences d'un séjour trop prolongé à basse température.* — Dans plusieurs publications intéressantes, MOURSI (1943, 1946) a mis en évidence les effets néfastes d'un long séjour à basse température sur le comportement et sur les organes reproducteurs mâles et femelles du Chalcidien *Mormoniella vitripennis* WLK. Il a notamment démontré que, non seulement les spermatozoïdes, mais également les tissus des testicules ou le comportement de la femelle peuvent être affectés par un séjour prolongé à basse température.

Des résultats analogues ont également été obtenus par HANNA en 1935, chez l'*Euchalcidia caryobori* HANNA.

Je n'ai pas étudié ce problème suivant les mêmes techniques en ce qui concerne les Pimplines : de telles recherches seraient apparemment longues et compliquées en raison de la survie considérable

de ces parasites à basse température. Je me contenterai de noter les quelques observations suivantes qui montrent que les *Pimplinae* sont, comme les Chalcidiens, affectées de troubles divers, lorsque leur séjour à basse température est prolongé au-delà de certaines limites. Les spermatozoïdes, notamment, sont vraisemblablement tués ou lésés par un séjour trop prolongé au réfrigérateur, et les femelles stérilisées.

La femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), n° 213, issue le 12 octobre 1953 d'une chrysalide d'*Abraxas grossulariata* L., fut placée au réfrigérateur, à 4 °C, peu après son éclosion. Je la nourris périodiquement de miel dissous dans de l'eau à l'occasion de brefs séjours à 11 °C. Je la retirai enfin du réfrigérateur le 24 janvier 1955, pour la faire pondre dans des nymphes de *Tenebrio*. Après plus de 15 mois de vie ralentie, elle donna seulement naissance à quelques descendants, qui tous étaient du sexe mâle. Elle mourut le 19 février 1955, après 500 jours d'existence !

Une femelle de *P. contemplator* MÜLL., éclore d'une chrysalide d'*Euproctis phaeorrhaea* DON. le 22 juin 1953, s'accoupla le 18 juillet, puis fut placée au réfrigérateur à 2 °C jusqu'au 17 novembre. Mise en présence de chrysalides après ce séjour de 4 mois à basse température, elle se comporta exactement comme une femelle normale, et s'attaqua aux hôtes que je lui présentai. Toutefois, aucune chrysalide ne fut effectivement parasitée, et je n'obtins même pas une larve de la Pimpline en question. Les hôtes avaient pourtant subi des piqûres identiques à celles qui sont normalement accompagnées de pontes.

MOURSİ (1946) a observé qu'un séjour prolongé à basse température affecte l'accouplement des *Mormoniella*. Pareil phénomène ne peut être exclu d'emblée chez les Pimplines : j'ai dû introduire 35 fois des mâles auprès d'une femelle de *P. turionellae* L. qui avait séjourné durant plusieurs mois au réfrigérateur, avant d'obtenir un accouplement. Toutefois, même à la température ordinaire, l'accouplement est souvent entravé par de nombreux facteurs, et notamment lorsque les femelles n'ont pas rencontré de mâles aussitôt après leur éclosion (cf. chapitre 9). De plus, j'ai signalé le cas de 2 mâles de *P. turionellae* L. qui survécurent à un séjour de 4 mois au réfrigérateur. Or, l'un et l'autre s'accouplèrent aussitôt après que je les eus réintroduits dans le laboratoire chauffé.

#### 4. Diapause

En automne, lorsque la température baisse, l'élevage des Pimplines se complique, car les femelles cessent souvent de pondre. De même, presque toutes les femelles capturées dans la nature à la fin de l'année, ne pondent pas au laboratoire : elles sont vraisemblablement en état de diapause. Une femelle sur 10 environ échappe à ce



phénomène. Parfois, elles déposent 2 ou 3 œufs puis cessent de pondre. Celles qui survivent à un séjour de quelques mois au réfrigérateur pondent ensuite normalement dans le laboratoire chauffé (cf. tableau 4).

Les femelles en état de diapause continuent de circuler dans les tubes d'élevage, et de se nourrir de solution de miel. Leur abdomen gonfle démesurément, et des dissections ont démontré qu'il s'y accumule des réserves adipeuses. Les ovaires sont inactifs et ne contiennent aucun œuf.

Durant l'hiver 1954-1955, j'ai tenté de rompre la diapause de nombreuses femelles de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) conservées depuis l'automne à 4 °C. Je fis séjourner plusieurs d'entre elles à 11 °C avant de les introduire dans le laboratoire chauffé à 20-25 °C. D'autres furent placées la nuit à 4 °C et le jour à 20-25 °C. Ces essais ne donnèrent aucun résultat. De même, les écarts de température importants et fréquemment renouvelés eurent pour seul résultat d'affaiblir les femelles. L'adjonction de polyvitamines « Hydrosol » dans le miel destiné à les nourrir, ne permit pas davantage de rompre la diapause.

On peut observer une intéressante modification du comportement chez les femelles en état de diapause : en effet, *les femelles qui ne pondent pas cessent également de se nourrir du sang de l'hôte* (cf. chapitre 5). La ponte et la nutrition aux dépens des chrysalides sont donc des phénomènes étroitement associés.

J'ai isolé des femelles en état de diapause dans des tubes où elles avaient pour toute nourriture des nymphes de *Tenebrio*. Elles n'y touchèrent pas et se laissèrent mourir de faim. Même des nymphes coupées en deux dans le sens de la longueur n'attirent plus les Pimplines en état de diapause. Tout se passe comme si l'odeur de l'hôte, non seulement n'exerçait plus sur elles d'action attractive, mais plutôt une action répulsive. Inversement, toute femelle qui perfore une chrysalide et cherche à en absorber le contenu quelques jours après son éclosion ou sa sortie du réfrigérateur, annonce ainsi indubitablement qu'elle va commencer de pondre.

On peut conclure de ces observations, que l'hôte n'est réactogène que pendant la phase reproductrice du parasite, phénomène très caractéristique du comportement de l'insecte pour qui la signification d'un objet est une fonction de sa physiologie.

La diapause peut affecter non seulement les adultes, mais également les larves âgées, comme nous le verrons dans un travail ultérieur.

Malgré ces difficultés, j'ai toujours eu des élevages de *Pimplinae* durant tout l'hiver, une partie des femelles (conservées à température élevée, ou sorties du réfrigérateur après la période critique) ayant chaque année échappé à la diapause.



En résumé, nous voyons que la diapause n'est pas un phénomène obligatoire chez les *Ichneumonidae Pimplinae*; il est possible de parer à cet inconvénient dans les élevages effectués au laboratoire.

### 5. Nutrition

Comme DOTEN (1911), j'ai nourri les Pimplines de mes élevages avec du miel dissous dans de l'eau. Cet aliment est plus complet que l'eau sucrée, et assure une plus grande longévité aux parasites (*cf.* le chapitre suivant).

Même lorsqu'elles disposent d'un tel aliment en quantité suffisante, les femelles s'attaquent cependant aux chrysalides dont elles aspirent le contenu. Dans mes élevages, j'abandonnais de temps en temps une chrysalide aux attaques des parasites pour que ces derniers aient une nourriture complète et naturelle. Les femelles sucent même les chrysalides dans lesquelles elles viennent de pondre. Après les avoir perforées, elles font tourner leur corps dans un plan horizontal, de sorte que la tarière implantée dilacère les tissus (*fig. 1*). Puis la femelle absorbe par succion les humeurs de l'hôte, l'organe étant ou non retiré

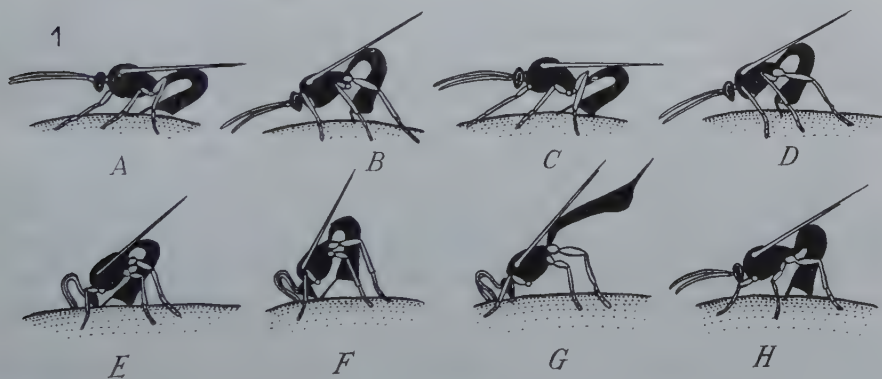


FIG. 1 : A à D, va-et-vient d'une femelle de *Pimplinae* dilacérant une chrysalide avec sa tarière; E à G, elle en aspire le contenu; H, elle pond à l'intérieur. Seule la tarière proprement dite est représentée : la gaine de la tarière (constituée de deux valves) qui ne pénètre pas dans l'hôte mais reste rabattue à l'extérieur, n'est pas figurée ici.

du corps de la victime. Chaque fois que la tarière est retirée de l'hôte, elle est ensuite réintroduite *dans le même trou*, et les mouvements de rotation bien connus reprennent. Lorsqu'une femelle perfore une chrysalide, elle ne dépose pas nécessairement un œuf à l'intérieur (pour plus de détails, *voir* chapitre 10).

En 1953, lorsque les *Itoplectis maculator* F. pullulaient dans le bois de Vincennes, j'ai vu des femelles de ce parasite détruire *in natura* des chrysalides de *Tortrix viridana* L. suivant le même procédé.

J'ai également vu des femelles d'*Itoplectis maculator* F. absorber le contenu d'une chrysalide par un véritable « tube de succion » tel qu'en construisent de nombreux Microhyménoptères. La nourriture à l'aide d'un tube de succion fut découverte par LICHTENSTEIN en 1921, puis réobservée par TROUVELOT (1921), VOUKASSOVITCH (1924), FAURE (1924), FULTON (1933), etc. Dans le cas des *Itoplectis* FÖRST., je ne suis pas en mesure de préciser si le tube de succion occasionnel est formé par des sécrétions glandulaires du parasite, ou par les humeurs qui s'écoulent du corps de l'hôte.

En 1911 déjà, DOTEN concluait de ses observations, que la prise de nourriture aux dépens de l'hôte est une réaction secondaire à l'impulsion de la ponte. C'était aussi l'avis de LICHTENSTEIN en 1921; de même, en 1926, il apparaissait à FAURE que la ponte est l'origine adaptative de la tarière et que la nutrition n'en dérive que secondairement. On concevrait mal qu'à partir d'un acte aux modalités si variées, comme la nutrition, on arrive à un comportement présentant autant d'analogie chez un aussi grand nombre d'insectes, comme la ponte.

Je rappelle (cf. chapitre précédent), que les femelles en état de diapause, et d'une manière générale celles qui ne pondent pas, ne se nourrissent plus aux dépens de l'hôte, mais absorbent exclusivement des solutions de miel ou d'autres liquides sucrés. En outre, lorsqu'on présente une chrysalide à une femelle qui n'a pondu ni mangé depuis la veille, son premier réflexe est de pondre les œufs mûrs qu'elle porte dans son abdomen. Le comportement de la nutrition apparaît en général seulement après la première ponte ou même après que 3 ou 4 œufs ont été pondus. La corrélation observée entre la ponte et la prise de nourriture aux dépens de l'hôte suggère donc que l'alimentation protéinique doit être en étroite liaison avec le fonctionnement des ovaires.

## 6. Longévité

DOTEN réussit à maintenir en vie 4 mois et 10 jours une femelle de *Pimpla* sp. issue de *Enarmonia* (*Laspeyresia*) *pomonella* L. et 2 mois 15 jours un mâle de la même espèce. Cette longévité assez considérable n'est nullement un record pour les Hyménoptères parasites, puisque le même auteur conserva, vivants, des *Tetrastichus* sp. durant 6 mois.

Chez les Pimplines de mes élevages, la plus grande longévité observée dans les conditions naturelles durant la belle saison, fut celle d'une femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) qui vécut 125 jours. Ce chiffre correspond à peu près à celui indiqué par DOTEN

et relevé ci-dessus. Pour les mâles, certains chiffres que je vais énumérer dépassent sensiblement l'indication de DOTEN.

Hormis ces maxima, les chiffres relevés à l'occasion des élevages poursuivis au laboratoire, montrent que la longévité des *Pimplines* est extrêmement variable. Elle dépend de nombreux facteurs dont quelques-uns seront mentionnés ci-dessous. La grande majorité des individus vivent de 8 à 30 jours au laboratoire, à la température moyenne de 20-22 °C. Un faible pourcentage atteint encore l'âge de 55 jours, âge dépassé par quelques rares exemplaires. La liste suivante met en évidence les chiffres maxima de longévité que j'ai pu observer à la température du laboratoire.

*Pimpla turionellae* L., femelles : 125 jours; mâles : 109 jours.

*Pimpla instigator* F., femelles : 70 jours; mâles : 50 jours.

*Pimpla spuria* GRAV., femelles : 62 jours.

*Pimpla contemplator* MÜLL., femelles : 66 jours; mâles : 47 jours.

*Apechthis compuncator* L., femelles : 85 jours; mâles : 72 jours.

*Itopectis maculator* F., femelles : 97 jours; mâles : 62 jours.

*Itopectis alternans* GRAV., femelles : 82 jours; mâles : 54 jours.

*Itopectis europeator* AUB. femelles : 78 jours; mâles : 53 jours.

La plupart des femelles obtenues d'élevage séjournèrent plus ou moins longtemps au réfrigérateur, et leur longévité n'a évidemment pas été relevée dans la liste qui précède. Je rappelle (*cf.* chapitre 3), qu'un séjour au réfrigérateur peut prolonger leur vie de 6 fois sa durée, et que des femelles de *P. turionellae* L. ont survécu deux ans environ à la température de 2 °C.

Presque tous les mâles de mes élevages, par contre, vécurent à la température du laboratoire. Et pourtant, parmi les chiffres relevés dans la liste qui précède, nous obtenons des chiffres supérieurs pour les femelles : ces dernières atteignent donc une longévité moyenne et maximum supérieure à celle des mâles, phénomène commun à la plupart des insectes.

La longévité de *P. turionellae* L. semble dépasser celle des autres espèces. Toutefois, la longévité dépend entre autres facteurs, de la nourriture absorbée par le parasite à l'état larvaire. Trois sur quatre des chiffres maxima notés pour les femelles de *P. turionellae* L., sont ceux de femelles issues de chrysalides de *Pieris brassicae* L.

Inversement, la plupart des mâles d'*Apechthis compuncator* L., ayant vécu dans des nymphes de *Tenebrio*, avaient une vie imaginale très courte. Les chiffres relevés ci-dessus indiquent la longévité de femelles et de mâles d'*A. compuncator* L. issus de chrysalides de *Pieris brassicae* L. et de *Papilio machaon* L. Aucun des 100 mâles obtenus de nymphes de *Tenebrio molitor* L. n'a atteint l'âge de 60 jours, longévité dépassée par plusieurs mâles sortis des chrysalides énumérées ci-dessus.

La longévité dépend aussi de la qualité de la nourriture absorbée



par l'adulte; DOTEN a démontré notamment, que le miel est un aliment favorable, susceptible d'assurer aux Hyménoptères parasites, une vie maximum. Si PICARD (1922) n'a pu conserver ses *Pimpla instigator* F. vivantes plus de « 18 à 26 jours », c'est sans doute parce qu'il les nourrissait d'eau sucrée et non de miel.

DOTEN (1911) signale que les femelles de *Pteromalus puparum* L. vivent plus longtemps lorsqu'elles n'ont pas eu l'occasion de pondre. Le même auteur dit que « l'effet de la copulation sur la longévité n'apparaît pas clairement chez *Tetrastichus* sp. », et que les *Mera-porus*, avec ou sans copulation, vivent trois mois ou plus.

En 1923-1924, VOUKASSOVITCH affirme que l'accouplement a une grande influence sur la durée de vie des mâles d'*Angitia fenestralis* HOLM. Toutefois, le nombre de mâles étudiés par ce dernier auteur me paraît trop insuffisant pour que ses conclusions puissent être admises sans réserve.

Chez les Pimplines, la longévité est si variable, et dépend de si nombreux facteurs, que nous ne pouvons savoir si les conditions énumérées ci-dessus ont quelque incidence sur la durée de vie chez ces parasites.

Enfin, j'ai remarqué que la longévité diminue dans les vieux élevages poursuivis au laboratoire depuis des mois ou des années.

### III. — LES HÔTES

#### 7. Conditions requises pour que l'hôte puisse être parasité

Quelque nombreuses que soient dans la nature les possibilités de parasitisme assurées aux *Pimplinae*, ces insectes n'en sont pas moins limités dans leur reproduction par plusieurs facteurs que nous allons étudier :

##### A. STADE DE L'HÔTE PARASITÉ.

Toutes les *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itopectis* FÖRST. que j'ai élevées s'attaquent habituellement au stade nymphal de leurs hôtes (chrysalides, nymphes ou pupes), souvent avec un pourcentage de réussites atteignant près de 100 % au laboratoire. Toutefois, lorsque les chrysalides sont trop « avancées », le parasite ne peut pas toujours s'y développer : de telles chrysalides ou nymphes donnent alors un Papillon ou un Coléoptère plus ou moins anormal.

Des exceptions à cette règle peuvent néanmoins être observées : des nymphes de *Tenebrio* parasitées tardivement évoluent parfois



jusqu'à atteindre la phase précédant immédiatement la dernière mue. Déjà le thorax et les élytres sont pigmentés, et les pattes se libèrent. Cependant, la nymphe ne parvient pas à dépasser ce stade : une *Pimpla* F. ou une *Itopectis* FÖRST. sort bientôt du corps desséché de cette nymphe avancée. De même, lorsqu'on dissèque des chrysalides d'*Ephestia* ou d'autres Lépidoptères parasitées tardivement, on peut y trouver les restes d'un papillon presque complètement développé (notamment des ailes déjà pourvues d'écailles). Mieux encore, le 22 novembre 1954, un *Tenebrio* adulte se forma à partir d'une nymphe piquée par une femelle de *P. turionellae* L. : le *Tenebrio* semblait normalement constitué, mais paraissait très faible. Il mourut quelques jours après, et je crus bon de le disséquer : je découvris dans l'abdomen de cet insecte, une larve de *P. turionellae* L. ayant la tête engagée dans le thorax du Coléoptère. Je refermai aussitôt l'abdomen pour voir si cette larve poursuivrait son développement jusqu'à donner un adulte... Le 8 mars, un mâle de *P. turionellae* L. sortit du *Tenebrio* adulte par une ouverture pratiquée à l'extrémité de l'abdomen ! La larve de *Pimpla* F. s'était donc retournée de 180 degrés après que j'eus refermé l'abdomen du *Tenebrio*. Elle avait achevé son développement dans l'hôte adulte. Je n'ai jamais observé d'autres cas semblables.

Maints auteurs ont signalé des cas de parasitisme de *Pimplinae* aux dépens de larves : MARCHAL (1911) dit notamment que *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) et *I. alternans* GRAV. vivent parfois dans de grosses chenilles comme celles de *Pieris* SCHRK. En 1913, MOKRZECKI dit aussi avoir vu des femelles de *P. turionellae* L. pondre leurs œufs dans des chenilles d'*Hyponomeutes*. La même observation a été faite en 1922 par FAHRINGER qui affirme aussi avoir obtenu 2 mâles de *P. turionellae* L. à partir de chenilles de *Nymphalis* (*Vanessa* auct.) *polychloros* L. En 1922 également, PICARD assure que l'*I. alternans* GRAV. termine sa métamorphose dans la peau distendue de la chenille de *Pieris brassicae* L. Il ajoute que ce parasite se développe non dans la chenille, mais dans la chrysalide d'hiver de *Clysia ambiguella*. HB.

En 1923, VOUKASSOVITCH signale que *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) attaque ses hôtes Microlépidoptères *Hyponomeuta malinellus* Z. et *Sparganotis pilleriana* SCHIFF. aussi bien à l'état de chrysalide qu'à l'état de chenille ce qui est assez rare. Il ajoute que les femelles de l'*Itopectis maculator* F. attaquent les chenilles ou les chrysalides (du même *Hyponomeute*), mais que les larves se sont développées seulement dans les chenilles, en terminant leur développement après la chrysalidation de leurs hôtes... Le même auteur (1923-1924) a vu une larve d'*Itopectis alternans* GRAV. sortir d'une chenille d'*Oenophthira pilleriana* SCHIFF. Il ajoute que *P. turionellae* L. et *I. maculator* F. peuvent se développer dans les chenilles ou les chrysalides de ce même Lépidoptère. Enfin, en 1925, FAURE dit avoir obtenu un mâle d'*I. maculator* F. à partir d'une chenille de *Sophronia humerella*

SCHIFF. Il obtint aussi (1924) la ponte de *P. instigator* F. dans des chenilles de Noctuelles et dans des papillons adultes, mais les œufs en question ne se sont pas développés (voir chapitre 10).

J'ai moi-même tenté de parasiter des larves âgées de *Tenebrio* enfermées dans des papillottes de papier. Ces larves furent piquées par plusieurs espèces de Pimplines, mais sans succès. Les larves de *Tenebrio* poursuivirent leur développement sans paraître affectées.

Les cas de parasitisme aux dépens de larves qui viennent d'être énumérés semblent être exceptionnels ou limités à certaines espèces d'hôtes. En effet, les auteurs unanimes considèrent les *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itoplectis* FÖRST. comme étant des parasites qui s'attaquent essentiellement aux chrysalides de Lépidoptères.

## B. HÔTES DE TRÈS GRANDE TAILLE.

Il ne m'a pas été possible d'élever des Pimplines dans certaines chrysalides dont la taille était très supérieure à celle du parasite. Aucune *Itoplectis* FÖRST. ne s'est jamais développée dans les chrysalides de *Pieris brassicae* L. et de *Vanessa atalanta* L. piquées dans mes élevages.

De même, je n'ai jamais obtenu aucune *P. turionellae* L. ou *Apechthis* spp. à partir de chrysalides de *Sphingidae*. Une quinzaine de celles-ci, appartenant aux espèces *Sphinx ligustri* L., *Hyloicus pinastri* L., *Laothoe populi* L., *Celerio* (*Deilephila* auct.) *euphorbiae* L. et *Deilephila elpenor* L. m'avaient été aimablement fournies par mon collègue et ami M. PLATEAUX. Toutes ces chrysalides furent attaquées sans succès par mes *Pimplinae*: une chrysalide de *Sphinx ligustri* L. notamment, fut piquée par la femelle d'*A. compuncator* L. n° 66 le 24 décembre 1953. La chrysalide survécut si bien que je l'offris à une seconde femelle d'*A. compuncator* L. le 22 février 1954. Je n'obtins pas davantage de résultat, et je présentai à nouveau cette chrysalide le 17 mars à une troisième femelle. Ce fut en vain. Le 8 octobre 1954, l'insecte toujours en vie faisait mouvoir les segments de son abdomen. Je l'offris alors à une femelle de *P. instigator* F. qui la piqua à son tour sans plus de succès...

Ces chrysalides de très grande taille semblent parfois protégées contre les attaques des *Pimplinae* en raison de leur cuticule si épaisse que la tarière du parasite ne parvient pas à la perforer. Tel n'est cependant pas le cas des chrysalides de *D. elpenor* L. Plusieurs de celles-ci furent indubitablement percées par les parasites, au point que les endroits blessés étaient marqués, quelque temps après, d'une tache noire bien visible sur la cuticule brun clair du Lépidoptère. Piquées maintes fois, ces chrysalides mouraient en définitive sans qu'aucun parasite s'y soit développé. Une seule femelle de *P. instigator* F. mesurant 22 mm est éclosée récemment (octobre 1957) dans mes élevages, d'une chrysalide de *Celerio euphorbiae* L.

Toutefois, plusieurs auteurs mentionnent des Sphingides parmi les hôtes de diverses Pimplines : *S. ligustri* L. pour *Apechthis rufata* GMEL., *Laothoe populi* L. et *Mimas tiliae* L. pour *Pimpla instigator* F. (MORLEY 1933), *S. ligustri* L. pour *A. compuncator* L. (SCHMIEDEKNECHT 1906). Voir également : CHEWYREUV 1913, chapitre 14.

Il s'agit de cas isolés, inscrits sans explication dans les listes d'hôtes au même titre que les espèces qui sont les plus favorables à l'évôtion des parasites. Souvent, les Pimplines mises en présence d'un hôte réfractaire (Sphingide, Diptère, *Tenebrio* à l'état de larve) l'inspectent ou le piquent plus longuement qu'un hôte favorable (voir chapitre 10).

### C. SPÉCIFICITÉ DES *Pimplinae*.

Les Pimplines ne sont pas seulement limitées dans leurs possibilités de reproduction par le fait de s'attaquer à un stade particulier de leurs hôtes, ou à des hôtes ne dépassant pas une certaine taille, mais aussi en raison d'une certaine spécificité : en effet, je n'ai jamais réussi l'élevage de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) ni d'aucune *Itopectis* FÖRST. aux dépens de chrysalides d'*Aporia crataegi* L. qui pourtant, étaient attaquées par les parasites en question. MEYER (1925) mentionne toutefois, sans explication, *A. crataegi* L. parmi les hôtes de *P. turionellae* L. (\*).

D'autre part, bien que *P. turionellae* L. évolue avec la plus grande facilité dans les nymphes de *Tenebrio* (près de 90 % des nymphes présentées aux *Pimpla* F. sont normalement parasitées), ces hôtes ne conviennent guère aux *Itopectis* FÖRST. et aux petites espèces de *Pimpla* F. telles que *P. spuria* GRAV. ou *P. contemplator* MÜLL. Ces derniers parasites, élevés dans des nymphes de *Tenebrio*, meurent souvent sans dépasser le stade larvaire dans une proportion de 50 %. De même, la mortalité d'*A. resinator* THNBG. élevée aux dépens de ce Coléoptère dépasse 80 %.

Tandis que *P. instigator* F. vit sans difficulté dans les chrysalides de l'Attacide exotique *Antheraea pernyi* GUÉR., *A. compuncator* L. y poursuit sans succès un développement qui, dans mes élevages, ne dépassait pas le stade larvaire. J'ai disséqué nombre de ces chrysalides, et trouvé dans la plupart d'entre elles, une larve d'*A. compuncator* L. desséchée. Quelques-unes avaient tissé un cocon dans la chrysalide, mais aucune n'avait atteint le stade nymphal.

Je n'ai pas obtenu plus de succès dans mes tentatives de parasiter des Diptères : parmi les nombreuses pupes de Tachinaires et de *Lucilia* R. D. que j'ai utilisées à cet effet, deux seulement ont assuré le développement de parasites : un mâle de *P. contemplator* MÜLL. sortit le 1<sup>er</sup> juillet 1954 d'une pupa de Tachinaire (parasite d'*Euproctis*

(\*) D'après FAHRINGER (1922), ces chrysalides permettent d'élever sans difficulté *Apechthis compuncator* L.



*phaeorrhaea* DON.) piquée le 9 juin (cycle de 23 jours). Dans une seconde puppe, piquée par une femelle d'*I. alternans* GRAV., j'ai trouvé une femelle de ce dernier parasite qui était morte sans avoir pu se dégager. M. BILIOTTI me dit avoir obtenu un exemplaire d'*I. maculator* F. éclos d'une puppe de Diptère.

La durée du cycle de diverses espèces de Pimplines dans des nymphes et chrysalides d'espèces différentes, est également en relation avec la spécificité de ces parasites : par exemple, une femelle d'*I. maculator* F. se développe en 17-19 jours environ au mois d'août dans une chrysalide d'*Ephestia kühniella* Z. ou d'*Euproctis phaeorrhaea* DON., et en 21-24 jours dans une nymphe de *Tenebrio*. Par contre, les mâles de *P. turionellae* L. (dont le développement est en moyenne plus lent que celui des *Itopectis* FÖRST.) évoluent aussi rapidement dans les nymphes de *Tenebrio* que dans les chrysalides d'*Euproctis*.

## 8. Variations de taille des parasites en fonction de la taille de l'hôte

Les élevages effectués au laboratoire me permettent d'évaluer entre quelles limites peut varier la taille des *Pimplinae*. Bien que les auteurs se soient souvent étonnés de l'étendue de ces variations de taille, je pense avoir observé des extrêmes dépassant ceux qui ont été signalés jusqu'ici. J'ai notamment obtenu des femelles de *P. turionellae* L. mesurant de 3 à 15 mm, leur longueur variant ainsi du simple au quintuple, et leur volume dans la proportion de 1 à 125.

Les femelles de *P. instigator* F. mesurent 5 à 22 mm, celles d'*Itopectis alternans* GRAV. et al. de 4,5 à 11 mm.

De même, la taille des mâles de *P. instigator* F. varie de 5 à 17 mm. Les mâles de *P. turionellae* L. atteignent les extrêmes de 3 et 12 mm.

Les femelles les plus petites ont été obtenues, soit d'un hôte superparasité, soit de nymphes ou de chrysalides de petite taille enfermées par paquets de 6 ou 8 dans un papier (cf. chapitres 20-24).

Les femelles minuscules sont généralement anormales. Elles meurent souvent à l'état de nymphes âgées ou d'adultes malformés. Une femelle de *P. turionellae* L. mesurant 3 mm, morte à l'état de nymphe peu avant l'éclosion imaginale, ne portait qu'une seule antenne réduite à 3 articles. D'autres femelles très petites sont écloses avec des ailes chiffonnées, d'autres encore n'avaient pu redresser leur tarière qui demeurerait repliée dorsalement comme chez la nymphe. Il est certain que ces très petits insectes ont souffert d'un manque de nourriture.

Un mâle de *P. instigator* F. mesurant 16 mm, issu d'une volumineuse chrysalide d'*Antheraea pernyi* GUÉR. n'est guère mieux réussi : il ne parvint que difficilement à se dégager de son hôte, car son abdomen était gonflé de substances grasses qui débordaient latéralement



sous forme de bourrelets entre les tergites et les sternites distendus. Il est intéressant de rappeler que RATH (1894) a observé le même déséquilibre chez des mâles d'Abeille nourris de gelée royale.

Nous voyons que l'excès de nourriture aussi bien que la sous-alimentation au stade larvaire, peuvent déterminer des malformations chez les adultes.

#### IV. — REPRODUCTION

##### 9. Accouplement et parthénogenèse

Comme SEYRIG le notait en 1924, les *Pimplinae*, et les *Ichneumonidae* en général, s'accouplent facilement en captivité, même lorsqu'elles sont enfermées dans des tubes de faible diamètre. Le comportement sexuel est analogue chez toutes les espèces observées dans mes élevages et énumérées au chapitre 1.

##### A. COMPORTEMENT DU MALE.

Les mâles de toutes les *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itopectis* FÖRST. étudiées s'accouplent sans préambules lorsqu'ils sont en bonne santé et dans des conditions de température optimum (25 °C environ). Ils se précipitent parfois sur les femelles avec une agilité déconcertante. L'accouplement a lieu, et dure 15 secondes à une minute. Peu avant de se retirer, le mâle contracte violemment son abdomen une dizaine de fois.

Les mâles moins vigoureux ou placés dans des conditions de température moins favorables, s'adonnent souvent à des démonstrations préliminaires avant d'aborder les femelles : leurs ailes étalées vibrent rapidement en position presque horizontale; les antennes s'élèvent et s'abaissent, dirigées vers la femelle. L'abdomen est relevé avec les valves écartées. Le mâle avance ainsi lentement, mais dès qu'il a touché la femelle, il redouble d'activité, grimpe sur sa comparse et s'accouple brusquement.

Parfois, les mâles frais éclos ou les mâles âgés effectuent les mêmes préambules et grimpent sur les femelles, mais leur comportement sexuel s'interrompt soudain. Le mâle se déplace sur la femelle immobile, de l'abdomen vers la tête, se retourne, regagne l'abdomen, et finit par s'éloigner si la femelle n'est pas elle-même partie de son côté. Quelques jours plus tard, les mâles qui, frais éclos présentaient ce comportement, s'accouplent normalement.

Enfin, j'ai souvent observé chez des mâles âgés ou qui étaient issus de vieux élevages, une étonnante *paralysie* en présence de la femelle. Dès qu'un tube contenant un tel mâle était ouvert à proximité d'une femelle, le mâle commençait de « tituber », les pattes et le corps entier se crispant de plus en plus comme chez les individus endormis à l'éther. Le mâle tombait finalement, inerte au point que je le croyais mort. Toutefois, libéré du voisinage de la femelle, il se rétablissait peu à peu et recommençait à se promener dans son tube comme un individu normal. On pourrait peut-être comparer cette paralysie des mâles à l'« immobilisation réflexe » connue chez d'autres insectes.

Le 18 novembre 1954, j'observai l'extraordinaire phénomène que voici : j'introduisis un mâle dans un tube où « sommeillait » une femelle de *P. turionellae* L. Le mâle se promena durant un certain temps avec la même agilité que dans son propre tube. Soudain, la femelle s'« éveilla », et le mâle fut presque instantanément paralysé à distance. Tout se passa comme si la femelle avait exercé une action sur le mâle au moment de s'« éveiller », action inexistante tant que la femelle était immobile.

Cette paralysie des mâles ne semble pas strictement liée au comportement sexuel : j'ai un jour observé le même phénomène en débouchant brusquement un tube où se trouvait un mâle. Un changement soudain de l'atmosphère ambiante, quel qu'il soit, détermine peut-être ce comportement. Un mâle sorti de cet état de paralysie peut exceptionnellement s'accoupler par la suite.

J'ai observé chez des femelles issues de vieux élevages, un comportement de même nature : saisies entre des pincés, elles se crispaient et s'échappaient en titubant. Chez les femelles, ce phénomène n'aboutit pas à une paralysie totale comme chez les mâles.

Le mâle, pour en revenir à l'objet du présent paragraphe, est souvent violemment attiré par les nymphes ou les chrysalides vides ayant assuré le développement d'un parasite femelle. J'ai aussi observé, comme maints auteurs, que le mâle poursuit un autre mâle, et cherche à s'accoupler avec lui, lorsque ce dernier est entré en contact avec une femelle.

En 1953, j'ai trouvé dans le bois de Vincennes 7 mâles d'*Itopectis maculator* F. rassemblés sur un mouchet de feuilles. Je les capturai sans qu'ils cherchent à s'échapper, et je récoltai aussi les feuilles qui les attiraient si fortement. Or, parmi celles-ci se trouvait une chrysalide de *Tortrix viridana* L. : il en sortit le lendemain une femelle d'*I. maculator* F. qui fut aussitôt fécondée. Les mâles sont donc attirés dans la nature par les femelles avant même que celles-ci soient sorties des chrysalides. Cette observation est à rapprocher de celle de WAGNER qui, en 1909, a signalé le même phénomène chez *Pimpla* (recte *Ephialtes*) *inquisitor* scop. Il vit des mâles de cette espèce groupés

sur des cocons de *Malacosoma neustria* L. qu'ils inspectaient activement avec leurs antennes; ce phénomène se poursuivait jusqu'à ce que, le lendemain, plusieurs femelles d'*E. inquisitor* scop. fussent sorties des cocons de *Malacosoma*.

D'autre part, chez toutes les espèces que j'ai étudiées, les mâles ne commencent pas toujours à poursuivre les femelles le jour même où ils sont éclos. J'ai pourtant observé le cas chez *P. turionellae* L. et *P. spuria* GRAV. Les mâles de *P. turionellae* L. peuvent encore s'accoupler après plus de 3 semaines de vie dans des conditions normales; certains individus s'accouplent après avoir séjourné 4 mois au réfrigérateur, à la température de 4 °C; d'autres peuvent s'accoupler plusieurs fois par jour. Il n'est guère surprenant que des mâles faisant preuve d'une telle activité puissent féconder plusieurs femelles : un petit mâle de *P. spuria* GRAV. sorti le 25 juin 1955 d'une chrysalide d'*Ephestia* a fécondé 4 femelles. Toutes produisirent un grand nombre de descendants femelles, prouvant ainsi que les 4 accouplements avaient été fructueux. Les mêmes observations sont valables pour les *Itopectis* FÖRST. qui peuvent s'accoupler au moins 5 fois.

Chez les mâles, le comportement sexuel est une suite d'actions-réflexes où nous pouvons reconnaître trois phases :

a) Le mâle perçoit à distance la femelle de son espèce. Il est attiré vers elle par des stimuli qui sont certainement d'ordre olfactif.

b) Dès que le mâle a rejoint sa comparse, il s'y agrippe, et contourne l'abdomen de la femelle avec le sien pour placer ses organes génitaux au niveau de ceux de la femelle. Or, le mâle aborde parfois la femelle avec tant de vigueur, que celle-ci est renversée sur le dos. Le mâle est alors incapable de s'adapter à cette situation nouvelle. Contournant instinctivement l'abdomen de la femelle, il s'efforce en vain d'introduire son pénis entre les tergites de sa comparse (\*).

c) De plus, il semble que des perceptions coordonnées complexes soient indispensables à l'achèvement du processus de l'accouplement, perceptions coordonnées peut-être, des antennes et de l'abdomen chez le mâle : en effet, lorsqu'on présente à un mâle de très grande taille, une femelle de deux tiers plus petite, l'accouplement ne peut pas s'effectuer. Le mâle aborde la femelle, présente le réflexe de contourner l'abdomen, mais il se comporte soudain comme s'il avait perdu la minuscule femelle qui se trouve entre ses pattes; il « cherche » devant lui avec ses antennes et finit par s'éloigner. Chaque fois qu'il passe à proximité de sa comparse, le même processus infructueux se répète. J'ai observé des accouplements normaux, il est vrai, entre mâle et femelle de tailles très différentes; seuls les extrêmes décrits ci-dessus ne peuvent y parvenir.

(\*) C'est seulement lorsque la femelle se remet en mouvement, en position normale, que l'accouplement peut s'effectuer.



## B. COMPORTEMENT DE LA FEMELLE.

Une femelle apte à être fécondée s'immobilise en général dès que le mâle entre en contact avec elle. Parfois, cependant, elle entraîne le mâle à sa suite, et s'arrête seulement un peu plus loin.

Au laboratoire, les femelles sont assez souvent réfractaires à l'accouplement : à l'approche des mâles, elles s'enfuient obstinément, font vibrer leurs ailes, ou se cabrent en repliant l'abdomen sous le thorax. Il est inutile de dire qu'un tel comportement peut être fort préjudiciable à l'heureuse évolution des élevages.

Les femelles refusent souvent l'accouplement lorsqu'elles n'ont pas copulé immédiatement après leur éclosion. Elles peuvent aussi être réfractaires lorsqu'elles se sont abondamment nourries avant de rencontrer un mâle. Enfin, elles fuient souvent les mâles lorsqu'elles se sont déjà accouplées une fois (*voir ci-dessous*).

Il semble donc qu'il existe une période critique pour l'accouplement au moment de l'éclosion de la femelle.

Toutes les femelles récoltées dans le bois de Vincennes durant la belle saison ont donné des descendants femelles au laboratoire, prouvant ainsi qu'elles s'étaient accouplées. Seules quelques femelles tardives récoltées en automne, au moment où les mâles ont disparu ou sont devenus inactifs, n'ont engendré que des descendants mâles. Je rappelle que plusieurs observations ont été faites, qui montrent que, dans la nature, les mâles détectent les femelles lorsqu'elles sont encore enfermées dans les chrysalides, et les fécondent à l'instant même de leur éclosion. Toutes les observations des auteurs ont malheureusement été faites au laboratoire, dans des milieux artificiels, et elles ne tiennent aucun compte des faits mentionnés ci-dessus. Je poursuivrai toutefois l'étude du comportement sexuel des femelles au laboratoire, sans oublier qu'il s'agit d'un comportement dans des conditions particulières.

J'ai tenté de parer à l'inconvénient des femelles récalcitrantes : des mâles très vigoureux réussissaient parfois à « dompter » des femelles qui avaient repoussé des mâles plus faibles. D'autre part, le 22 novembre 1954, je parvins à « apaiser » une femelle de *P. contemplator* MÜLL. en lui donnant du miel : elle fut fécondée à l'instant où elle commençait à absorber le liquide sucré. Cette observation est exceptionnelle, le fait ne s'est pas répété dans mes élevages.

J'ai également coupé les ailes de femelles récalcitrantes de *P. contemplator* MÜLL. Un seul résultat positif fit que je recourus à l'éther pour endormir les femelles qui se dérobaient à l'approche des mâles : ceux-ci, mis en présence de femelles qui reprenaient leurs sens après avoir été ainsi traitées, s'accouplaient immédiatement. Toutefois, je n'ai jamais obtenu d'œufs fécondés à partir de ces femelles : un tel accouplement n'a donc jamais été fructueux.

Même lorsqu'elle refuse l'accouplement, une femelle peut rester



attractive pour les mâles, après un séjour de 7 mois au réfrigérateur, à 4 °C. Tel fut notamment le cas d'une femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), n° 198. Ceci explique que les femelles puissent être fécondées au laboratoire, sinon dans la nature, par leurs propres descendants-fils, phénomène déjà maintes fois signalé par les auteurs. J'ai cependant aussi observé que certaines femelles, âgées ou déjà fécondées, exerçaient une attraction moindre sur les mâles.

Pourtant, les phénomènes décrits ci-dessus sont loin d'être absolus : les femelles acceptent souvent un deuxième, voire un troisième accouplement, fait contraire aux affirmations de PICARD qui prétendait, encore en 1939, qu'une femelle de *Pimpla* F. ne s'accouple jamais une seconde fois. En 1923 pourtant, VOUKASSOVITCH avait déjà constaté que la femelle d'*I. maculator* F. peut s'accoupler deux fois. En 1926, FAURE n'a-t-il pas affirmé avoir remarqué le même comportement chez *P. instigator* F.? (observation reproduite également par VOUKASSOVITCH en 1927). Lorsqu'en 1931, MARTELLI étudiait une femelle de *P. instigator* F. se débattant au milieu des mâles qui l'avaient assaillie, il vit que, dans la bousculade générale, plusieurs mâles réussissaient à s'accoupler. J'ai moi-même constaté l'accouplement d'une femelle avec plusieurs mâles chez toutes les espèces élevées au laboratoire.

Presque toutes les femelles de *P. turionellae* L. de mes élevages se sont accouplées à 2 mâles au moins. L'une d'elles accepta 11 mâles en 3 jours ! Il est vrai que les femelles des autres espèces étaient généralement moins enclines à s'accoupler plusieurs fois.

On ne peut savoir si le comportement de la femelle est influencé par l'importance du stock de spermatozoïdes emmagasinés. Un deuxième accouplement est-il consenti par les femelles qui n'ont pas reçu précédemment une quantité suffisante de spermatozoïdes? (phénomène signalé notamment chez l'Abeille domestique par RUTTNER en 1956).

Le comportement de la femelle varie aussi suivant les circonstances dans lesquelles elle rencontre les mâles : en effet, lorsqu'une femelle fraîchement éclosée est fécondée par un mâle, elle reste souvent immobile quelques secondes après que le mâle s'est retiré. Si nous éloignons ce premier mâle pour en introduire un second, la femelle se remet en mouvement, et chasse souvent le second mâle. Par contre, la femelle se comporte différemment lorsqu'on introduit plusieurs mâles *simultanément* dans le tube où elle se trouve; en effet, tandis que l'un des mâles féconde la femelle, les autres se précipitent sur le couple immobile et tentent de s'accoupler aussi. Ils ne le peuvent naturellement pas tant que le premier mâle est fixé à la femelle. Toutefois, à l'instant où le premier mâle se détache, avant que la femelle se soit remise en mouvement, un second mâle, voire un troisième, s'accouple à leur tour.

Je ne serais pas étonné que ces faits soient de règle dans la nature, puisque les mâles se groupent pour féconder leur comparse dès son éclosion.

Nous sommes loin des idées de PICARD sur l'accouplement unique des femelles de *Pimplinae*, loin aussi de la classification de CHEWYREUV qui en 1913, répartissait les diverses espèces de Pimplines en deux catégories suivant qu'elles s'accouplaient une fois (*uninuptae*) ou plusieurs fois (*multinuptae*).

La durée de l'accouplement varie elle aussi : le plus souvent, à la température de 22 à 25 °C, elle est de 30 secondes environ chez *P. turionellae* L. (= *examinator* F.). L'accouplement, plus lent chez les *Itoplectis* FÖRST., dure quelque 50 secondes dans les mêmes conditions. Chez *P. contemplator* MÜLL. et *P. spuria* GRAV. par contre, il ne dépasse guère 15 à 20 secondes. Pourtant, chez toutes ces espèces, les couples restent parfois unis, une, deux, ou exceptionnellement trois minutes.

Même lorsqu'elles paraissent avoir copulé normalement, les femelles de toutes les espèces étudiées produisent parfois exclusivement des descendants mâles issus d'œufs non fécondés (voir chapitre 12). L'accouplement n'a donc pas été fructueux et ces femelles ont produit des descendants mâles par parthénogenèse arrhénotoque. Ce phénomène également observé chez d'autres parasites (notamment par SIMMONDS en 1947) n'est pas entièrement éclairci : il semble toutefois que la stérilité des mâles soit souvent la cause de tels échecs : en effet, plusieurs femelles de mes élevages, accouplées au même mâle, ont produit sans exception, des descendants mâles.

Telle est l'une des principales difficultés que j'ai rencontrées au cours des recherches consacrées au déterminisme du sexe chez les *Pimplinae* (voir deuxième partie), tous mes élevages de *P. turionellae* L., n<sup>os</sup> 90, 127, 133, de *P. contemplator* MÜLL., n<sup>o</sup> 139, d'*I. alternans* GRAV., n<sup>os</sup> 81, 82, 122, 128, etc. ayant été poursuivis durant de nombreux mois sans qu'une seule femelle apparaisse dans la descendance de ces parasites (voir aussi le chapitre suivant).

## 10. La ponte

Les femelles ne commencent généralement à rechercher leurs hôtes que quelques jours après leur éclosion. Toutefois, la femelle de *P. spuria* GRAV., n<sup>o</sup> 150, a piqué des chrysalides le jour même où elle sortit de la dépouille de son hôte. Ici encore, il n'y a pas de règle absolue.

Le parasite attiré par l'odeur (fait connu depuis PICARD 1921, 1922, FAURE 1926, LAING, SALT 1935, ULLYETT 1936, etc.), grimpe sur son hôte ou sur le cocon qui l'enveloppe et l'inspecte avec ses antennes. Il semble que l'Ichneumonide apprécie à ce moment le

volume de son hôte, qu'elle le « mesure » (voir deuxième partie, chapitre 26); puis elle se promène sur la chrysalide d'un bout à l'autre, fait demi-tour, revient sur ses pas plusieurs fois, et finit par implanter sa tarière (position représentée sur la figure 1 H).

La ponte dure en général de 45 secondes à une minute; on observe aussi des piqures de 10 à 15 secondes, qui ne sont pas accompagnées du dépôt de l'œuf. Inversement, la femelle laisse parfois sa tarière implantée durant plusieurs minutes sans bouger. Ce comportement est fréquent chez les femelles qui viennent de pondre tout leur stock d'œufs mûrs et chez les femelles âgées qui ne donnent plus de descendants. La présence d'un œuf mûr dans l'ovaire n'est donc pas toujours indispensable au déclenchement du comportement de ponte, ou du moins, ne l'induit pas directement. En d'autres termes, on observe parfois une certaine indépendance entre la présence d'un œuf mûr dans l'ovaire et le comportement de ponte.

En 1921, PICARD supposait que, chez *P. instigator* F., la ponte est un phénomène dont le déterminisme est très simple. Il admettait que l'émission de l'œuf dépend d'une sensation tactile, celle de vide et de plein. En 1924, FAURE étudia à nouveau ce problème : il obtint la ponte de *P. instigator* F. en remplaçant les chrysalides par diverses chenilles dans les papillottes qu'il présentait au parasite (les œufs de *P. instigator* F. ne se sont pas développés dans de telles conditions); moins catégorique que PICARD, FAURE conclut seulement de ses expériences que c'est bien d'une sensation tactile que dépend l'émission de l'œuf (voyez cependant le paragraphe suivant).

Quant à la seconde hypothèse de PICARD, selon laquelle l'émission de l'œuf dépendrait d'une sensation de vide et de plein, elle est dénuée de fondement : j'ai essayé de faire pondre des femelles de diverses Pimplines dans de faux hôtes de gélose légèrement tachés à l'extérieur d'hémolymphes extraite de chrysalides fraîches. Jamais un seul œuf ne fut pondu dans ces hôtes, qui pourtant étaient « pleins », et avaient été piqués. Les femelles de Pimplines ne déposent pas davantage leurs œufs dans des chrysalides en état de putréfaction. Inversement, lorsqu'une femelle de Pimpline est enfermée durant plusieurs jours dans un tube où elle est privée d'hôtes, elle finit par déposer quelques œufs sur la paroi du tube ou dans le bouchon de coton.

En réalité, quelques travaux récents, encore peu nombreux, nous engagent à reconsidérer le déterminisme de la ponte sous un angle nouveau, et démontrent que ce problème avait été non seulement mal compris, mais également mal posé par PICARD : en effet, LOYD (1940), VARLEY (1941), FULTON (1947), DETHIER (1947), KUTTA-MATHIATHU (1956), etc. ont étudié la constitution de la tarière chez quelques Hyménoptères parasites, et découvert sur cet organe, des chimiorécepteurs de contact renseignant l'insecte sur la nature chi-



mique du contenu de l'hôte. DETHIER, coupant l'abdomen de l'Ichneumonide *Nemeritis canescens* GRAV. a notamment démontré que la tarière réagit encore après l'opération lorsqu'elle entre en contact avec certaines substances chimiques (voir également ci-dessous: SALT 1937).

Chez les *Pimplinae*, la ponte relève du même mécanisme que chez les Hyménoptères objets des travaux énumérés ci-dessus. En effet, nous verrons dans le chapitre suivant, que les diverses parties de la tarière sont criblées de pores microscopiques, qui ne semblent pas être autre chose que des chimiorécepteurs (fig. 9 à 11).

Certaines données du comportement viennent d'ailleurs confirmer les données anatomiques : en effet, comme je l'ai déjà signalé, lorsqu'une Pimpline pique une chrysalide en état de putréfaction, la tarière est rapidement retirée sans que l'œuf ait été émis. Il est intéressant de noter que les piqûres sont exceptionnellement longues, « interminables » dans certains hôtes intacts, mais non favorables. J'ai notamment observé la piqure très longuement prolongée des diverses Pimplines de mes élevages, dans des pupes de Diptères, et dans des larves de *Tenebrio* enfermées en lieu et place de nymphes dans des papillottes de papier. Des sensations d'ordre chimique au niveau de la tarière peuvent seules expliquer un tel comportement. Ces intéressants problèmes relèvent du domaine de la physiologie sensorielle dans lequel je ne saurais me hasarder.

De plus, lorsqu'on coupe en son milieu la tarière d'une Pimpline, l'insecte ne parvient plus à perforer l'hôte sur lequel il s'acharne en vain. Si nous pratiquons alors une ouverture dans la chrysalide pour faciliter l'implantation de la tarière, celle-ci ressort immédiatement sans que l'œuf ait été pondue, les sensations nécessaires à l'oviposition étant manifestement éliminées.

En 1953, une femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) dont la tarière était anormalement entrouverte sur sa face ventrale, pondit dans mes élevages. Cette femelle réussissait à percer son hôte, mais les œufs sortaient à la base de la tarière, et étaient émis à l'extérieur ! Ils apparaissaient isolés, ou par groupes de deux disposés en quinconce. J'observai ainsi que l'œuf est toujours pondue avec l'extrémité la plus étroite et la plus rigide dirigée vers l'avant. Un jour, la tarière anormale glissa tangentiellement à l'hôte préalablement blessé, et resta appliquée sur le papier taché d'hémolymphes qui enveloppait la chrysalide. Malgré la position de la tarière à l'air libre, les œufs furent émis. Les stylets sortant à l'extrémité de la tarière allaient et venaient à l'air libre, et dans l'hémolymphes répandue, au lieu de fouiller les tissus de l'hôte. Ici encore, il ne saurait être question de sensations de *plein et de vide* au sens de PICARD.

On sait que les Pimplines pondent plusieurs fois dans les mêmes chrysalides, du moins au laboratoire, et qu'elles se comportent comme



si elles étaient incapables de discerner les chrysalides saines des chrysalides déjà parasitées (PICARD 1922, FAURE 1926, JACKSON 1937). Toutefois, dans certains cas, l'*Ichneumonide* refuse de piquer une seconde fois une nymphe de *Tenebrio*. Si nous lui présentons alors un nouvel hôte, elle l'inspecte et le pique parfois. Un tel comportement s'observe chez des femelles qui pondent difficilement et seulement un nombre d'œufs réduit (en automne notamment). Le renouvellement de l'hôte semble exciter à nouveau la femelle.

Contrairement aux *Pimplines*, les femelles d'autres Hyménoptères parasites, celles des *Trichogramma* notamment (SALT 1937), peuvent reconnaître les hôtes déjà parasités. La tarière joue sans doute un rôle dans la détection du parasitisme antérieur, phénomène d'ordre biochimique dont nous avons parlé ci-dessus. Chez *Microplectron fuscipennis* ZETT. (*Hym. Chalcid.*), ULLYETT a démontré en 1936, que la femelle ne reconnaît pas les hôtes déjà parasités, sauf si les larves du parasitisme antérieur ont atteint leur dernier stade.

Une autre question se pose : la femelle de *Pimpline* pond-elle un œuf à chaque piqûre ou plusieurs ? La ponte de la femelle anormale décrite ci-dessus ne peut nous renseigner de façon certaine sur ce point ; je voyais apparaître des œufs, isolés en général, parfois groupés par paires ou par trois, mais il semblait que certains d'entre eux, mal éliminés, restaient anormalement à mi-chemin jusqu'à l'émission du suivant.

L'examen direct du contenu de chrysalides fraîchement parasitées pouvait seul nous renseigner de façon précise. Je disséquai donc une série de chrysalides de *Nymphalis* (*Vanessa* auct.) *io* L. au fur et à mesure qu'elles étaient piquées par des femelles de *P. instigator* F. Je parvins sans peine à retrouver dans les tissus, les œufs de cette *Pimpline* qui sont de taille respectable. Or, toutes les chrysalides examinées et qui avaient été piquées une fois, contenaient un seul œuf de *Pimpla* F. Celui-ci était placé dans les tissus compacts de la région médiane dorsale ou de la base de l'abdomen. Dans quelques cas exceptionnels, l'examen détaillé du contenu de la chrysalide ne me permit pas de retrouver un seul œuf. Il est donc vraisemblable qu'une partie au moins des nymphes ou des chrysalides attaquées dans mes élevages et qui ne produisirent pas de parasite (voyez les tableaux de ponte à la fin du présent travail) n'avaient tout simplement reçu aucun œuf.

Comme chez tous les autres Hyménoptères chez qui le sexe « est à la disposition de la mère », les *Ichneumonidae Pimplinae* déposent donc habituellement un œuf à chaque ponte.

Par contre, chez les Hyménoptères parasites, qui ont un comportement différent, ou moins évolué dans ce domaine, ou qui ne « disposent » pas du sexe de leurs descendants, la femelle émet souvent plusieurs œufs à chaque piqûre. Tel est notamment le cas de l'*Ichneu-*

monide *Cryptinae Hemiteles melanarius* GRAV., parasite grégaire de chrysalides de divers Lépidoptères (cf. AUBERT 1954). Certaines espèces de *Copidosoma*, *Cephalonomia*, etc. pondent 2 œufs par piquûre; certains *Trichogramma*, 3 œufs; l'*Allotropa burrellii* MUES., 9 œufs..., et même certaines Scélionides grégaires, tous leurs œufs à la faveur d'une seule piquûre (cf. FLANDERS 1939, 1950).

En 1925, MEYER estimait qu'une femelle de *P. turionellae* L., de *P. instigator* F. ou d'*A. compunctator* L. dépose en moyenne 1 à 6 œufs par jour. Ces chiffres peuvent être dépassés si la femelle n'a pas pondu durant plusieurs jours : en effet, JACKSON (1937) signale le cas d'une femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) qui déposa 21 œufs le même jour.

On peut encore se demander quel est le nombre d'œufs total pondus par une femelle de *Pimpla* durant toute sa vie. D'après mes observations, je ne pense pas surestimer leur fécondité maximum, en comptant que certaines femelles de *Pimpla turionellae* L. parviennent à pondre quelque 250 œufs, chiffre 5 fois supérieur à celui indiqué par MEYER (*l. c.*). Je pense également pouvoir estimer à plus de 100 le nombre maximum d'œufs pondus par une femelle d'*Itopectis* FÖRST.

En résumé, nous voyons que la ponte des *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itopectis* FÖRST est un phénomène complexe, une succession de réflexes en chaîne ou coordonnés, intéressant plusieurs organes : la femelle est tout d'abord attirée par l'odeur de son hôte, puis elle l'inspecte avec ses antennes. Avec ses antennes également, elle en apprécie le contour, et vraisemblablement aussi le volume. Puis elle en vérifie le contenu avec sa tarière criblée de pores microscopiques. Si les sensations ainsi perçues sont favorables, un œuf est enfin pondu.

## II. Anatomie, appareil reproducteur

Dans le cadre des recherches entreprises concernant le déterminisme du sexe (deuxième partie du présent travail), j'ai étudié l'anatomie de l'abdomen, en particulier de l'appareil reproducteur des *Pimplinae* mâles et femelles. A vrai dire, ces organes ont déjà été décrits chez les femelles par DUFOUR (1841), PAMPEL (1914), MEYER (1925)... De nombreux travaux ont également fourni des précisions sur l'anatomie de diverses Ichneumonides appartenant à d'autres sous-familles ou à d'autres genres que ceux auxquels je me suis limité. Je mentionnerai notamment la remarquable thèse de SEURAT (1899) sur diverses Braconides et Ichneumonides, les travaux de BLUNCK (1951) sur un *Hemiteles*, de BUGNION (1904) sur *Rhyssa persuasoria* L., de GIVEN (1944) sur *Diadromus collaris* GRAV., etc. Je signalerai en outre dans la deuxième partie, quelques travaux sur les organes reproducteurs des Abeilles et des Guêpes : en effet, je considère comme essen-

tielle la comparaison des structures existant dans les divers groupes d'Hyménoptères. Je citerai également un peu plus loin les travaux consacrés à la structure de la tarière (p. 110). Enfin, je rappelle qu'en 1894, BORDAS a publié un gros travail sur *L'appareil génital mâle des Hyménoptères*, sujet repris ultérieurement par BOULANGÉ (1924), PECK (1937), SNODGRASS (1941), RICHARDS (1956), etc.

En présence d'une bibliographie déjà si abondante, j'ai considéré comme superflue une étude très approfondie de la structure de certains organes, et je n'ai examiné que les moins connus.

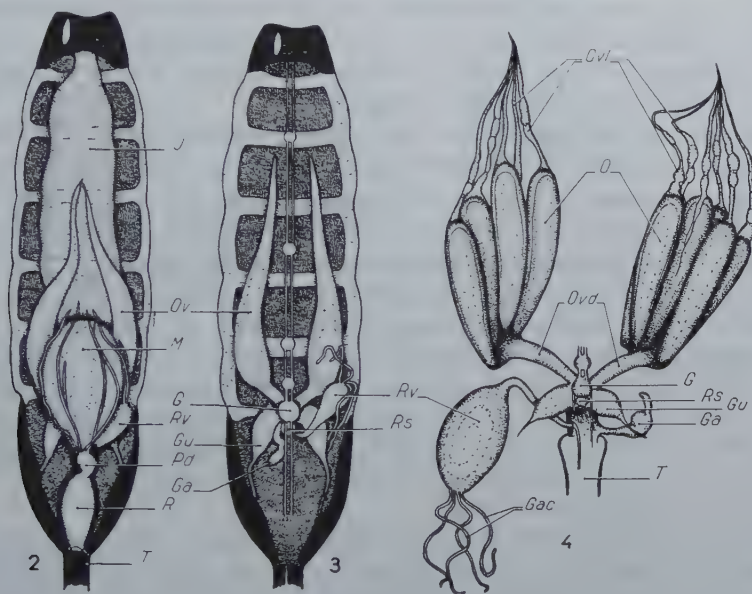


FIG. 2 : Disposition des organes à l'intérieur de l'abdomen chez la femelle de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.).

FIG. 3 : Après ablation du tube digestif; G, ganglion anal; Ga, glande alcaline; Gu, glandes utérines; J, jabot; M, mésentéron; Ov, ovaires; Pd, proctodaeum; R, rectum; Rs, réceptacle séminal; Rv, réservoir de la glande à venin; T, tarière ( $\times 15$ ).

FIG. 4 : Vue dorsale du système reproducteur et des glandes à venin d'une femelle de *Pimpla instigator* F.; G, ganglion anal; Ga, glande alcaline; Ga', glande acide; Gu, glandes utérines; O, œufs mûrs en position dans l'ovaire; Ovd, oviductes; Ovl, ovarioles; Rs, réceptacle séminal; Rv, réservoir de la glande à venin; T, tarière ( $\times 12$ ).

Les figures 2 à 4 et 14 montrent la disposition des organes dans l'abdomen chez diverses espèces. Elles représentent simultanément les diverses étapes des dissections effectuées jusqu'à la mise en évidence des organes reproducteurs. Ces dissections ont été faites avec des épingles, sous binoculaire. J'ai enlevé l'un après l'autre tous les tergites, puis chacun des organes, dans le sens dorso-ventral.



## A. FEMELLE.

Chez la femelle, le système digestif est disposé ventralement dans sa partie antérieure où l'on reconnaît un volumineux *jabot* (extrémité de l'œsophage dilatée), occupant les cinq premiers segments abdominaux et le début du sixième (*fig. 2*). A son extrémité distale, le jabot s'ouvre dans un organe ovoïde, l'intestin moyen ou *mésentéron*. Celui-ci est placé sur l'extrémité postérieure de l'œsophage, et s'étend jusqu'au milieu du 7<sup>e</sup> sternite. Il résulte de cette disposition, que le système digestif, ventral dans sa partie antérieure, devient dorsal à son extrémité postérieure. De nombreux tubes de Malpighi prennent naissance à l'extrémité distale de l'intestin moyen. De là, ils se dirigent en tous sens et entourent notamment l'intestin moyen d'un écheveau de petits tubes (*fig. 2*).

Enfin, par l'intermédiaire d'un court *proctodaeum* et d'un *rectum* plus large, le tube digestif se termine par l'anus, qui est dorsal et débouche au-dessus de la tarière (pour plus de détails, voir BORDAS 1894). Il en résulte que pour rejeter ses excréments, la femelle replie sa tarière vers l'avant (ou latéralement), et frotte son extrémité anale contre le premier obstacle rencontré.

Les organes reproducteurs sont situés plus en profondeur, et ne nous apparaissent qu'à la faveur d'une dissection plus poussée. Dès le début de la dissection, il est vrai, l'extrémité antérieure des ovaires était visible au-dessus de l'œsophage. Le système reproducteur est donc coudé comme le tube digestif, mais, à l'inverse de ce dernier, le système reproducteur est dorsal dans sa partie antérieure, et ventral à son extrémité postérieure.

Si nous supprimons le tube digestif, avant de parvenir aux organes reproducteurs ventraux que nous décrirons en dernier lieu, nous apercevons d'abord le système nerveux, coudé lui aussi. En effet, dans les cinq premiers segments abdominaux, la chaîne nerveuse est ventrale, et presque appliquée contre les sternites. Toutefois, à partir du sixième segment, la chaîne nerveuse remonte et vient se placer au-dessus des organes génitaux, immédiatement sous l'intestin moyen. Tous ces organes sont donc entrelacés les uns dans les autres.

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, les ganglions de la chaîne ventrale ne sont pas disposés à raison d'un par segment. Le premier ganglion est situé dans l'espace intersegmentaire faisant suite au deuxième sternite. Puis un deuxième ganglion occupe le milieu du quatrième sternite. Nous observons le troisième entre les cinquième et sixième sternites. Sur ce dernier sternite est placé le quatrième ganglion. Enfin, le cinquième et dernier, beaucoup plus gros que les précédents, constitue une volumineuse masse nerveuse anale. Il est situé exactement au-dessus du point où les oviductes débouchent dans l'utérus, au-dessus également du réceptacle séminal et de l'ouverture génitale située entre les sternites VI et VII (*fig. 3 à 6*). Plusieurs



filaments nerveux partent du ganglion anal et se dirigent les uns vers l'extrémité anale, les autres vers la base de la tarière comme SEURAT l'avait déjà observé en 1899.

Enfin, si nous supprimons le système nerveux et les fibres musculaires situées à la base de la tarière, le système reproducteur nous apparaît avec ses glandes annexes.

Les ovaires (déjà figurés par MEYER en 1925, etc.) comptent jusqu'à 10 ou 15 ovarioles chez *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.). Ils débouchent chacun dans un oviducte très court qui s'ouvre dans l'utérus (*sec.* PAMPEL 1914), à la hauteur de l'espace intersegmentaire reliant les sternites VI et VII. Le réceptacle séminal s'observe dans la région dorsale de l'utérus, entre les deux glandes utérines (*fig.* 3 à 6). Enfin, l'utérus communique avec le pore génital par l'intermédiaire du vagin. L'orifice génital est situé chez la femelle à la base de la tarière, dans l'espace intersegmentaire VI-VII.

*Glandes à venin.* — Ces glandes (*glande alcaline* et *glande acide*) ont été décrites par de si nombreux auteurs que je juge inutile de m'y arrêter longuement. Je rappellerai que DUFOUR (1841), LACAZE-DUTHIERS (1849), KRAEPELIN (1873), CARLET (1884), BUYSSON (1892), BORDAS (1894), SEURAT (1899), PHISALIX (1904, 1922), etc. les ont successivement étudiées morphologiquement et cytologiquement chez de nombreux Hyménoptères, Ichneumonides comprises.

Ces deux glandes sont représentées sur les figures 3 à 6, et je considère même comme superflu de les redécrire ici.

Un fait mérite cependant d'être signalé : j'ai été surpris de constater que BORDAS place sans explication, l'une et l'autre de ces glandes, tantôt dans le flanc gauche des insectes qu'il étudie, tantôt dans le flanc droit. De nombreuses dissections de *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itoplectis* FÖRST. m'ont démontré que, chez une même espèce, ces deux glandes peuvent effectivement être situées soit dans le flanc gauche, soit de l'autre côté.

Je désignerai comme *dextres* les femelles chez qui la glande acide est placée dans le flanc droit, les autres étant *senestres*. Une femelle dextre donne naissance aussi bien à des individus de l'une que de l'autre catégorie.

Nous savons que la glande alcaline (ou tubuleuse, découverte par DUFOUR en 1841) est originaire d'une *évagination en doigt de gant de l'épiderme sur la ligne médiane ventrale*. De même, la glande acide dérive d'une ébauche en forme de vésicule s'ouvrant en avant du gorgeret, lui-même originaire du 12<sup>e</sup> segment larvaire. J'ai parfois observé que la glande alcaline se déverse dans le vagin en avant de l'endroit où le canal de la glande acide pénètre dans la tarière.

Enfin, je rappelle que le venin, étudié par CARLET (1884), puis surtout par PHISALIX (1922), serait un mélange de la sécrétion de ces

deux glandes, et son principe actif serait une albumine toxique complexe.

*La tarière.* — La tarière des *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Ito-plectis* FÖRST. est constituée des mêmes éléments fondamentaux que chez les autres Hyménoptères, Aculéates compris.

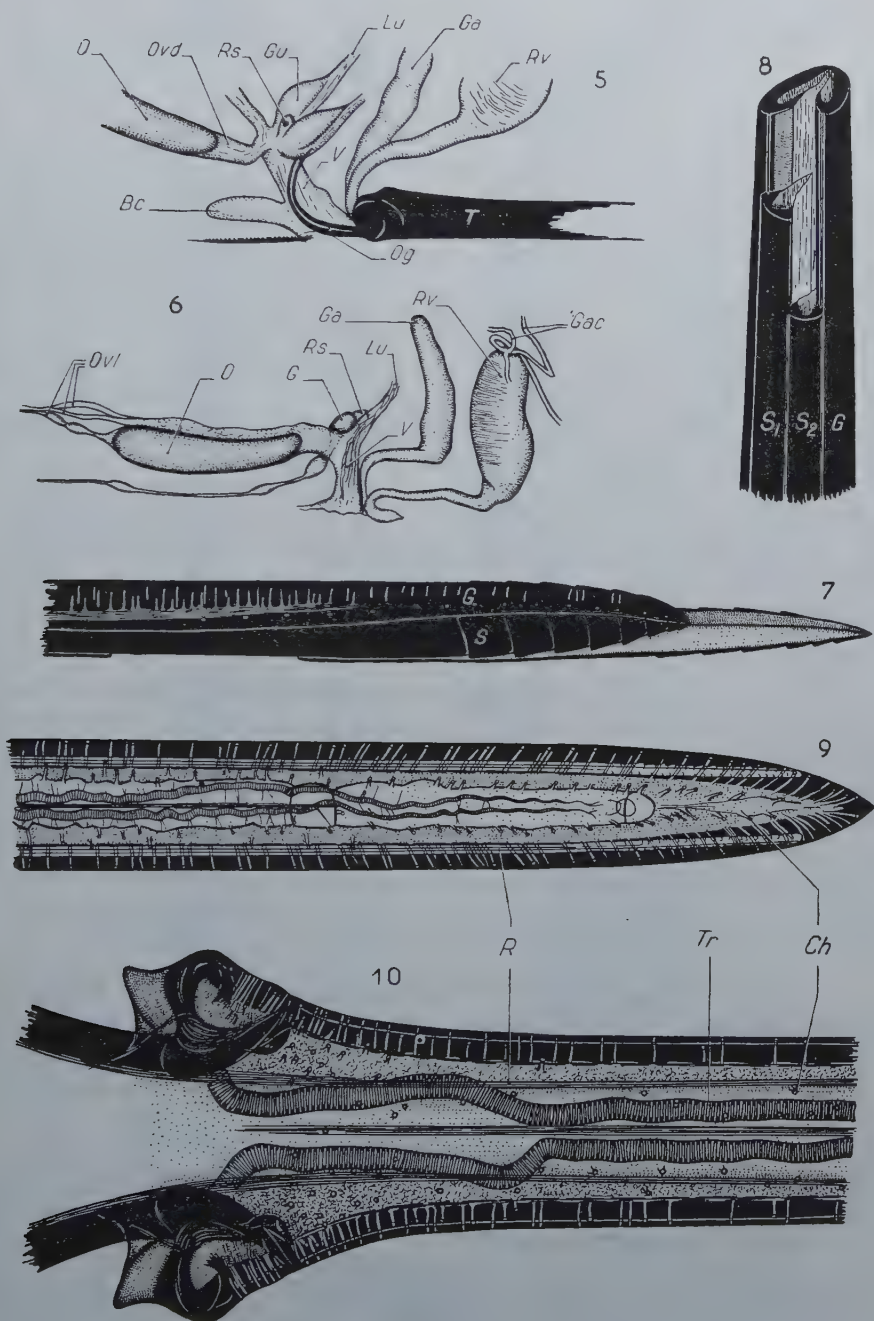
DUFOUR (1841) fut l'un des premiers à étudier l'aiguillon des Hyménoptères dont il décrivit et nomma quelques pièces. Il découvrit que la composition de l'appareil génital des *Ichneumonides* ne diffère point de celle des Hyménoptères en général. En 1849-1852, LACAZE-DUTHIERS observa à son tour l'existence d'un plan unique dans la composition des oviscaptes et des verges des insectes. Dans ses très remarquables travaux, il mit en évidence l'homologie des divers constituants de la tarière et de l'aiguillon dans les différents groupes d'Hyménoptères; plusieurs pièces de la tarière ont été nommées par lui pour la première fois (voir ci-dessous).

Ultérieurement, pour ne citer que les principaux, ZANDER (1911), SNODGRASS (1925), IMMS (1946), ont étudié l'aiguillon des Aculéates, tandis que FRÜHAUF (1924) décrivait l'appareil de ponte chez les Cynipides... Enfin, je mentionnerai encore l'intéressant travail de BROCHER (1926) grâce auquel nous connaissons en détail les pièces et la musculature de la tarière chez l'Ichneumonide *Pimplinae Perithous mediator* GRAY.

Chez les *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itopectis* FÖRST., comme chez les autres Hyménoptères mentionnés ci-dessus, la tarière est essentiellement composée d'une pièce nommée *gorgeret* par DUFOUR (1841), sous laquelle glissent les deux *stylets* analogues à ceux décrits par LACAZE-DUTHIERS (1849). En 1926, BROCHER appelle ces dernières pièces les *styles* (dénomination erronée).

### Légende de la planche.

- FIG. 5 : Vue latérale du système reproducteur et des glandes à venin d'une femelle de *Pimpla instigator* F.; Bc, bourse copulatrice; Ga, glande alcaline; Gu, glandes utérines; Lu, ligament utérin; O, œuf dans l'ovaire; Og, ouverture génitale; Ovd, oviductes; Rs, réceptacle séminal; Rv, réservoir de la glande à venin; T, tarière; V, vagin ( $\times 12$ ).
- FIG. 6 : *Id.* chez *Apechthis resinator* THNBG. Les derniers ganglions de la chaîne nerveuse sont représentés. G, ganglion anal; Gac, glande acide; Ovl, ovarioles; les autres lettres comme sur la figure 5 ( $\times 17$ ).
- FIG. 7 : Extrémité de la tarière chez *Pimpla instigator* F. L'un des stylets a été cassé et avancé vers l'extrémité de la tarière dans laquelle il glisse comme sur des rails. G, gorgeret; S, stylet ( $\times 50$ ).
- FIG. 8 : *Id.* en coupe; G, gorgeret, S 1, S 2, les deux stylets ( $\times 50$ ).
- FIG. 9-10 : Figures semi-schématiques de la base et de l'extrémité du gorgeret chez *Pimpla instigator* F.; Ch, nombreux chimiorécepteurs; R, rails sur lesquels glissent les stylets; Tr, trachées ( $\times 100$ ).





Mes figures 7 à 11 représentent la tarière et ses constituants chez les espèces que j'ai étudiées. Sur la figure 8, le gorgeret et les stylets sont visibles en coupe oblique; nous voyons ainsi que les stylets glissent sur un rail ménagé dans la paroi du gorgeret, exemple remarquable de coaptation. On sait que l'œuf passe entre les membranes internes minces et souples des stylets.

L'étude des diverses pièces de la tarière m'a révélé l'existence sur les stylets aussi bien que sur le gorgeret, d'innombrables petites ouvertures qui ne semblent pas être autre chose que des chimiorécepteurs analogues à ceux décrits chez d'autres Hyménoptères par LOYD (1940), VARLEY (1941), FULTON (1947), DETHIER (1947), KUTTAMATHIATHU (1956).

Mes figures semi-schématiques 11 A-C montrent ces éléments sur toute la longueur du stylet chez *P. instigator* F. et *A. compuncator* L. La position de ces petites ouvertures n'est pas absolument constante chez tous les individus. Les figures 9-10 représentent en détail le gorgeret de *P. instigator* F. où nous retrouvons les mêmes éléments. En 1933, FULTON a décrit et figuré des pores microscopiques analogues chez *Habrocytus cerealellae* ASHM. On les observe aussi sur l'aiguillon des Aculéates (SNODGRASS 1910). D'après KUTTAMATHIATHU (1956) les stylets seuls présentent des sensilles « chimiorécepteurs » chez *Philotrypesis caricae* L.

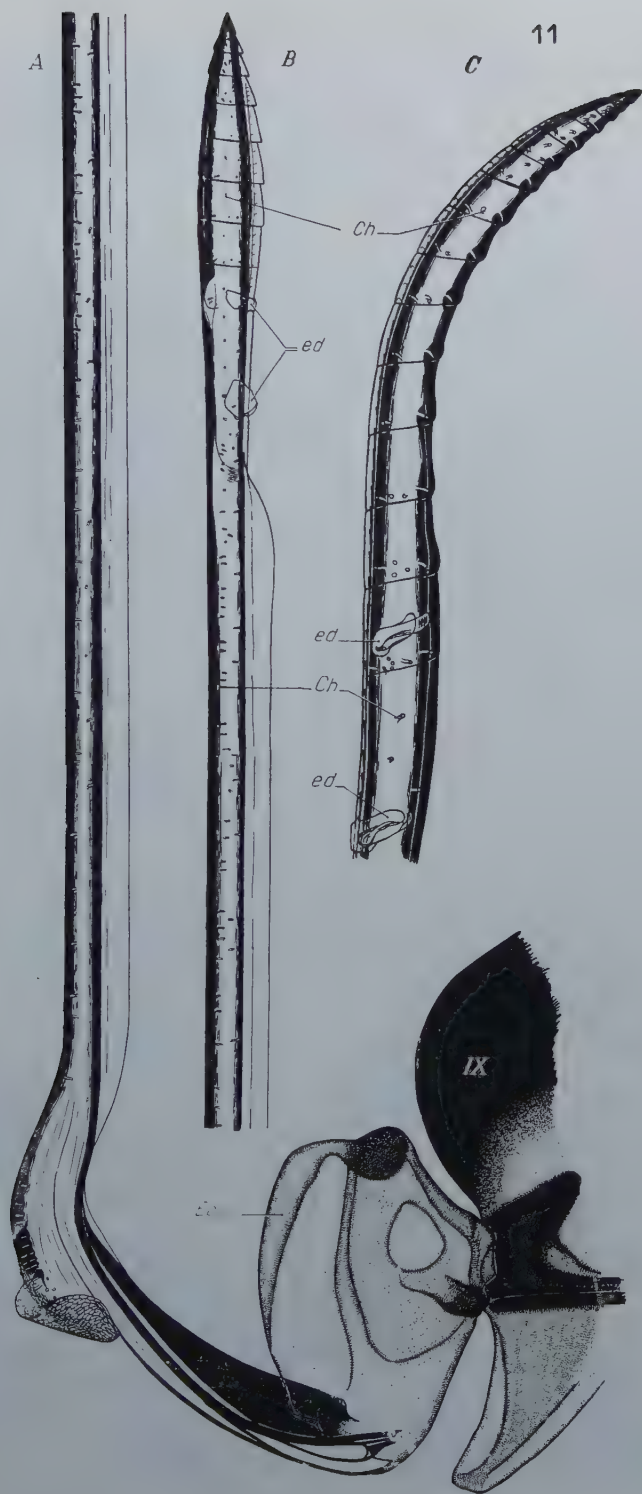
Chez les *Pimplinae*, le gorgeret est également parcouru par deux trachées fixées dans la cavité de l'organe par des ligaments transversaux ou obliques. Une trachée non représentée sur mes figures semi-schématiques s'observe également dans chaque stylet (fait déjà mentionné chez d'autres Hyménoptères par SEURAT en 1899). Enfin, d'autres éléments microscopiques que je ne me hasarderai pas à expliquer sont visibles sur les stylets et dans le gorgeret (fig. 9-11). Je pense notamment aux deux structures en forme d'écailles irrégulières disposées sur les stylets, à la base des denticulations...

Les stylets sont fixés à l'écaille (LACAZE-DUTHIERS 1849) ou aileron (BROCHER 1926), elle-même articulée avec le huitième tergite (neuvième si l'on compte le segment abdominal absorbé dans le thorax où il forme le segment médiaire). Ces éléments visibles sur ma figure 11,

---

FIG. 11 : A, figure semi-schématique de la base d'un stylet et des structures qui le relient au segment abdominal IX chez *Pimpla instigator* F. Le stylet est criblé de chimiorécepteurs de la base à l'extrémité. La trachée contenue dans chaque stylet n'est pas représentée; Ec, écaille ( $\times 50$ ). B, suite de la figure précédente : extrémité du stylet. C, idem chez *Apechthis compuncator* L.; Ch, chimiorécepteurs; ed, petites écailles sclérifiées disposées sur la face dorsale du stylet ( $\times 100$ ).





sont également représentés, et leur fonction est expliquée dans les travaux de SNODGRASS (1925), BROCHER (1926), DETHIER (1947). L'origine de ces pièces a été démontrée par SEURAT en 1899.

*Réceptacle séminal.* — SWAMMERDAM (1738), AUDOUIN (1824), SIEBOLD (1843), LEUCKART (1858), LEYDIG (1859), BERLEPSCH (1873), CHESHIRE (1885), BUTTEL (1905) ont successivement décrit le réceptacle séminal de l'Abeille, organe observé comme nous le voyons, depuis plus de deux siècles. CHESHIRE (1885) et MARCHAL (1894) ont étudié le même organe chez les Guêpes, ainsi que ADLERZ (1887), JANET (1902) et HOLLIDAY (1903) chez les Fourmis... Toutefois, les observations de ces auteurs et leurs interprétations étaient toujours entachées d'erreurs, et aucun d'entre eux n'avait compris, sinon le rôle, du moins le fonctionnement exact de cet organe dont l'importance est si grande chez les Hyménoptères. Je rappelle que le Français AUDOUIN reconnut le premier en 1824 l'utilité du réceptacle en tant que capsule contenant les spermatozoïdes. En 1906, BRESSLAU vint résoudre la plupart des problèmes anatomiques concernant le réceptacle séminal de l'Abeille.

Dans son très remarquable travail, il démontra la complexité de cet organe et du canal séminal destiné à conduire les spermatozoïdes jusque dans l'utérus où s'effectue la fécondation de l'œuf.

BRESSLAU découvrit que le prétendu muscle circulaire entourant le canal séminal, muscle que tous les auteurs antérieurs avaient considéré comme un « sphincter », est constitué en réalité, de 3 faisceaux semi-circulaires (compresseurs). Ces muscles agissent en corrélation avec des faisceaux de muscles longitudinaux (un extenseur et deux fléchisseurs). De plus, le canal séminal est courbé en S, et comprend un repli longitudinal interne qui agit comme un piston.

Lorsqu'un œuf doit être fécondé, le muscle extenseur se contracterait ce qui déterminerait l'allongement de la courbure en S du canal, et simultanément, l'élargissement de la lumière dans la région coudée où se trouve le repli interne. Dans l'espace vide ainsi créé, une petite quantité de spermatozoïdes est aspirée. Puis les muscles fléchisseurs (antagonistes de l'extenseur) rétablissent la cour-

### Légende de la planche I.

PHOTO 1 : Réceptacle séminal (Rs) de *Pimpla instigator* F. *in toto* « suspendu par son pétiole » (P) à l'extrémité distale du canal séminal (Cs) à l'emplacement où se déverse le canal de la glande spermathéciale (Cg); les deux lobes de la glande en question recouvrent le tout comme le « chapeau » d'un champignon (Gs) ( $\times 180$ ).

PHOTO 2 : *Idem*, après ablation de la glande spermathéciale par microdissection; muscle compresseur (Mc), muscle compresseur du « pétiole » (Mcp), muscle fléchisseur (Mf). Les autres lettres comme sur la photo 1 ( $\times 220$ ).

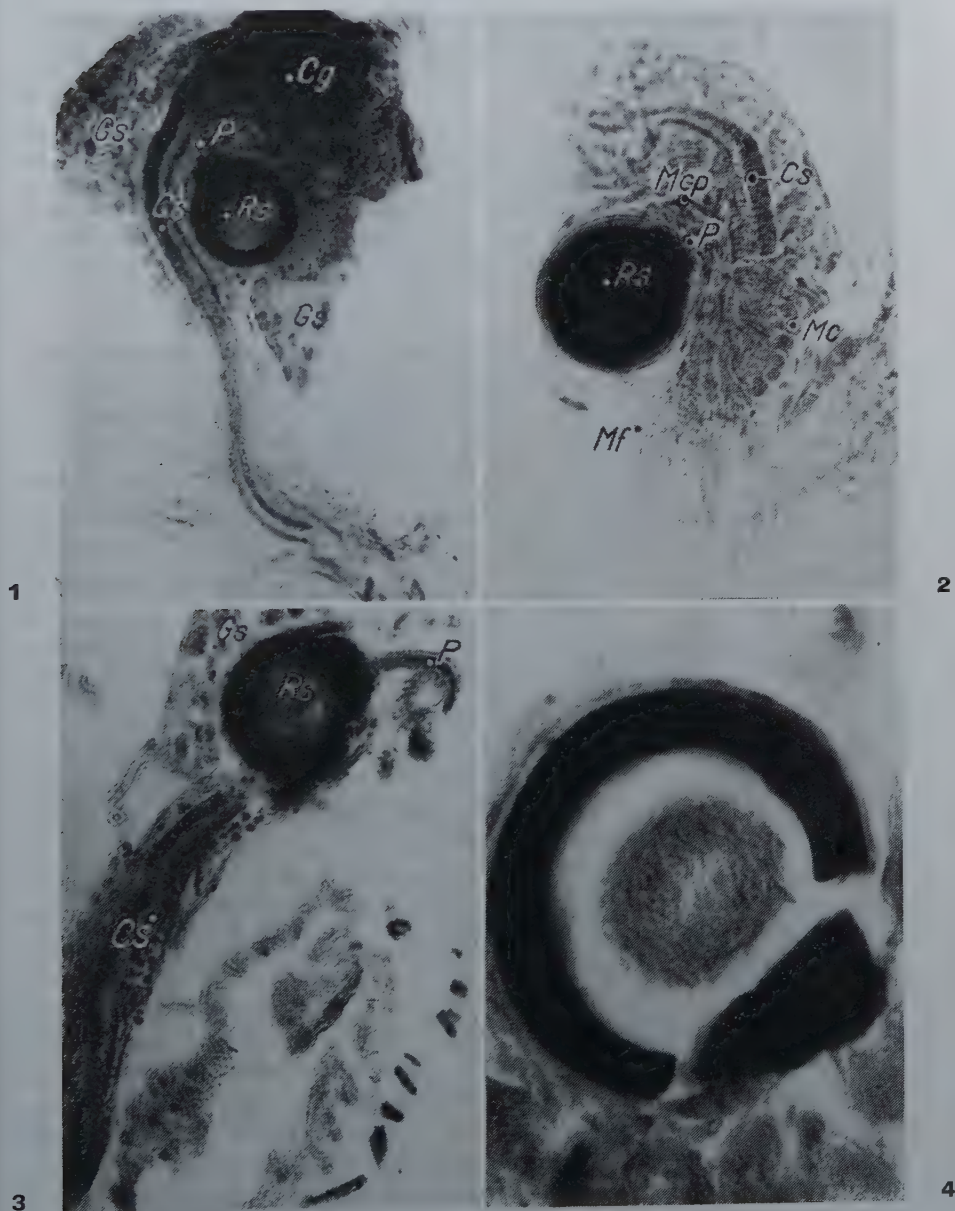
PHOTO 3 : Coupe sérieée longitudinale du réceptacle séminal (Rs), du « pétiole » (P), de la glande spermathéciale (Gs) et du canal séminal (Cs) de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) ( $\times 340$ ).

PHOTO 4 : Coupe sérieée qui montre les spermatozoïdes à l'intérieur du réceptacle séminal d'une femelle de *P. turionellae* L. ( $\times 750$ ).

bure première du canal en S dans lequel le repli interne empêche la régression des spermatozoïdes. Enfin, ceux-ci sont poussés vers l'utérus par la contraction successive des diverses fibres des compresseurs.

Tel est l'appareil compliqué que BRESSLAU a désigné sous le nom de « Spermapumpe » (pompe à sperme).

## PLANCHE I





Toutefois, en 1913, ADAM a démontré l'inexistence du prétendu « muscle extenseur » de BRESSLAU qui n'était en réalité qu'un faisceau de fibres déplacées des compresseurs. D'après ADAM, la pompe à sperme fonctionne en réalité par suite du *relâchement* réflexe simultané des muscles fléchisseurs et compresseurs, ceux-ci étant contractés à l'état de repos ! Grâce à l'élasticité du canal séminal, un étirement s'ensuit, la lumière s'élargit et les spermatozoïdes y sont aspirés. Puis la compression successive des fibres des faisceaux compresseurs et fléchisseurs rétablit la courbure normale du canal et fait progresser les spermatozoïdes vers l'utérus.

ADAM a également fait une étude comparée de la spermathèque chez quelques *Bombus*, *Andrena*, Vespides et Fourmis. Chez ces Hyménoptères, le réceptacle n'atteint que rarement la complexité de l'organe décrit chez *Apis mellifica* L. Très souvent en effet, les muscles longitudinaux manquent. Chez les Vespides, il est vrai, l'orientation des fibres musculaires est extraordinairement complexe, et l'on observe non seulement des compresseurs et des fléchisseurs, mais encore un muscle compresseur circulaire autour de la spermathèque elle-même.

Je rappelle enfin, que le réceptacle est souvent atrophié chez les ouvrières des Hyménoptères sociaux (ADAM 1913), et qu'il est réduit chez les *Tenthredinidae*, à une évagination de l'utérus dépourvue de l'appareil musculaire complexe qui s'observe chez les *Apidae*, *Vespidae* et *Ichneumonidae* (BOULANGÉ, VANDEL 1931, MANNING 1956).

Le réceptacle séminal des Hyménoptères parasites, notamment celui des *Ichneumonidae*, n'a été que très peu étudié, et jamais en détail (cf. FLANDERS 1939). Chez les *Pimpla* F., *Apechthis* FÖRST. et *Itoplectis* FÖRST., cet organe est de taille infime, invisible à l'œil nu, ce qui ne facilite pas son étude : situé sur la paroi dorsale de l'utérus, caché sous le ganglion anal, il est une petite sphère chitineuse à paroi très épaisse, presque entièrement recouverte par une volumineuse glande (fig. 3, 4, 12 et pl. I, II).

J'ai étudié cet organe *in toto*, coloré ou non (microdissections à l'aide d'épingles), et sur des coupes sériées (planche I), chez *P. instigator* F. et *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) principalement.

Le réceptacle, le canal et sa musculature, sont entourés d'une mince enveloppe commune. Le réceptacle, disposé tout contre le canal séminal, semble suspendu à l'extrémité de ce dernier par son « pétiole » ou « pédoncule ». C'est ainsi que SIEBOLD appelait le canalicule conduisant les spermatozoïdes du réceptacle dans le canal séminal. La partie distale du canal séminal, à la hauteur du réceptacle, présente une courbure en S, analogue à celle décrite par ADAM chez diverses *Apidae*. De plus, sur toute sa longueur, la moitié du canal opposée au réceptacle, est plus fortement sclérifiée que la portion située du côté du réceptacle (fig. 13). Cette particularité confère sans doute au canal une certaine rigidité qui lui permet de reprendre sa position première



après l'expulsion des spermatozoïdes (voir ci-dessus l'explication d'ADAM concernant l'Abeille).

Certains auteurs ont décrit la paroi interne du canal séminal comme présentant des épaissements spirales, *spirales qui correspondraient aux mouvements des spermatozoïdes* (FLANDERS 1939). En réalité, la figure 13, faite au microscope à contrastes de phases, démontre que les prétendues spirales qui apparaissent sous un microscope ordinaire à faible grossissement, sont chez les *Pimplinae*, un réseau d'alvéoles de forme et de taille variables, disposés en quinconce.

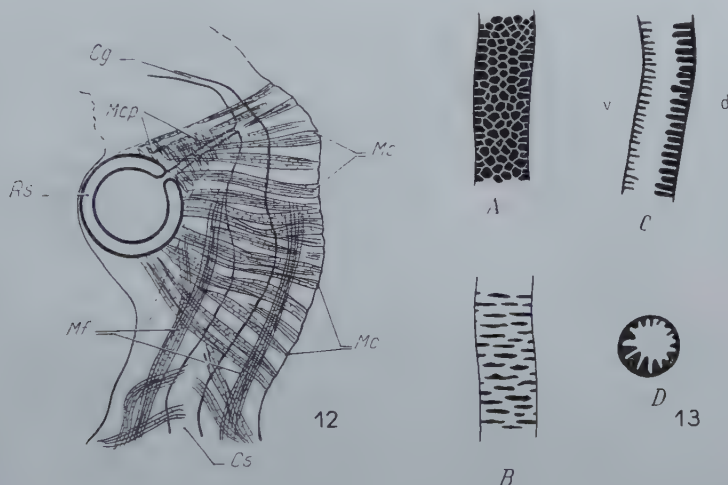


FIG. 12 : Réceptacle séminal et musculature qui en détermine le fonctionnement chez une femelle de *Pimpla instigator* F. La volumineuse glande spermathéciale bilobée qui entoure l'organe a été supprimée; Cg, canal de la glande spermathéciale; Cs, canal séminal; Mc, muscle compresseur; Mcp, muscle compresseur du « pétiole »; Mf, muscle fléchisseur longitudinal; Rs, réceptacle séminal ( $\times 240$ ).

FIG. 13 : Canal séminal fortement grossi tel qu'il apparaît sous un microscope à contrastes de phases; A, portion dorsale médiane vue de face chez *Pimpla instigator* F.; B, idem face ventrale; C, idem en coupe longitudinale chez *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.); v, côté « ventral » tourné du côté du réceptacle; d, côté opposé « dorsal »; D, idem en coupe transversale dans la région distale, non loin du réceptacle (diamètre du canal  $23\mu$ ).

De plus, le canal séminal est entouré sur toute la longueur de la courbure en S, d'un volumineux muscle semi-circulaire, qui n'est autre que le muscle *compresseur* décrit précédemment chez les autres Hyménoptères. Les fibres de ce muscle sont si obliques à l'extrémité proximale inférieure du compresseur, qu'elles deviennent parfois presque longitudinales. Certaines, fixées sur la capsule, du côté supé-

rieur, simulent parfois sur les coupes, un *muscle compresseur du réceptacle* tel qu'il a été décrit chez les Vespides. En réalité, une telle structure n'existe pas chez les *Pimplinae*.

On trouve par contre, chez ces insectes, deux bandes musculaires longitudinales qui sont l'homologue des muscles fléchisseurs décrits par BRESSLAU chez l'Abeille domestique (fig. 12).

En plus des éléments musculaires existant chez les *Apidae*, en plus des muscles compresseurs et fléchisseurs, les *Pimplinae* possèdent encore un muscle transversal autour du « pétiole » de la capsule, que je désignerai sous le nom de *muscle compresseur du pétiole* (fig. 12).

Ainsi constitué, le réceptacle séminal des *Pimpla* F. est pourvu de tous les éléments qui lui permettent de fonctionner à la manière d'une pompe comme chez les Hyménoptères supérieurs sociaux.

Enfin, je rappelle que tout l'organe est recouvert d'une volumineuse glande spermathéciale bilobée (planche II). Chacun des lobes est replié autour du réceptacle, et son contenu se déverse dans un canal médian. Les deux canaux fusionnent bientôt en un canal commun qui débouche au point de rencontre du « pétiole » et du canal séminal. La sécrétion de cette glande, légèrement alcaline d'après LILLIE (1919), activerait les spermatozoïdes, et favoriserait leur acheminement dans le canal séminal. Nous verrons plus loin (chapitre 13) toute l'importance de cette glande dans le mécanisme de la détermination du sexe.

Les photographies de la planche II montrent les spermatozoïdes en place dans le réceptacle. Il s'agit d'éléments très petits (environ 12  $\mu$  de longueur), pourvus d'un flagelle grêle. On a émis l'hypothèse qu'au moment de leur emmagasinement dans le réceptacle, lors de l'accouplement, les spermatozoïdes seraient attirés dans la capsule par chimiotactisme (FLANDERS 1939, etc.). Toutefois, RUTTNER (1956) vient de démontrer que cette hypothèse ne saurait être maintenue, du moins en ce qui concerne l'Abeille chez qui les spermatozoïdes sont emmagasinés dans le réceptacle grâce à des mouvements combinés actifs et passifs de la femelle. Chez les *Pimplinae*, un tel mécanisme pourrait expliquer que les femelles endormies à l'aide d'éther ne sont pas fécondées par les mâles qui copulent avec elles (?) (cf. chapitre 9).

## B. LE MALE.

Les organes génitaux mâles des Hyménoptères, *Ichneumonidae* incluses, ont été étudiés par de nombreux auteurs, parmi lesquels BORDAS (1894), SEURAT (1899), ZANDER (1900), BOULANGÉ (1924), PECK (1937) et SNODGRASS (1941) se sont le plus illustrés.

En 1894, BORDAS a étudié en détail le système reproducteur mâle de plusieurs *Ichneumonidae*. Les *Pimplinae* ne figurent pas parmi les espèces qu'il a examinées; toutefois, mes observations me permettent d'affirmer que les mâles de *Pimplinae* ne diffèrent guère (en ce qui concerne leurs organes reproducteurs), des autres *Ichneu-*

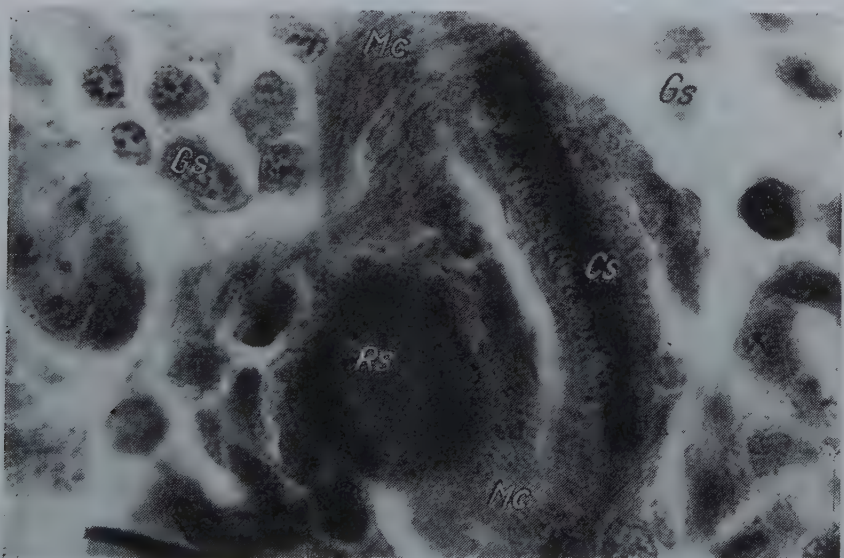
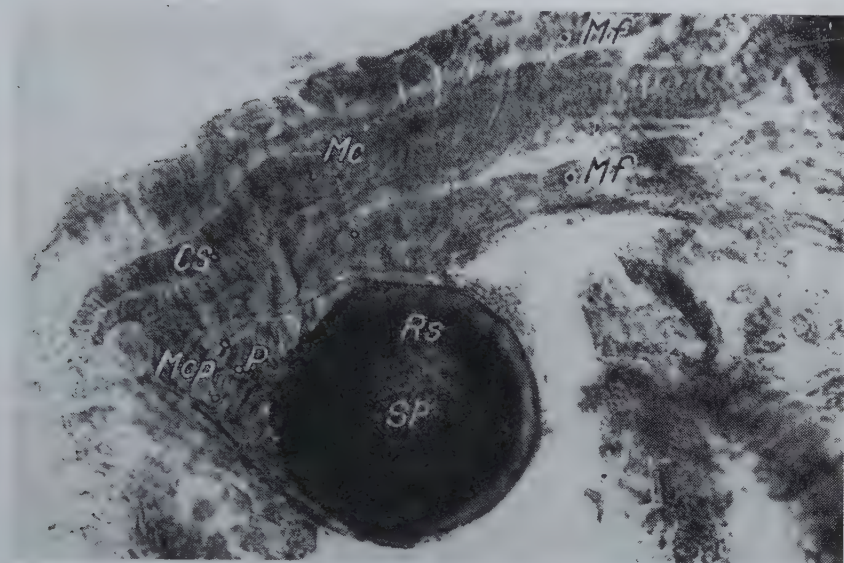


PHOTO 1 : Réceptacle séminal *in toto* (Rs) contenant des spermatozoïdes (Sp) ; « pétiole » (P), canal séminal (Cs), muscle compresseur (Mc), muscle compresseur du pétiole (Mcp), muscle fléchisseur (Mf) d'une femelle de *Pimpla instigator* F. après ablation de la glande spermathecale par microdissection ( $\times 400$ ).

PHOTO 2 : Coupe sériée du réceptacle séminal (Rs), du canal séminal (Cs), et de la glande spermathecale (Gs) de *Pimpla instigator* F. De nombreuses fibres obliques transversales appartenant principalement au muscle compresseur sont visibles sur cette coupe (Mc) ( $\times 560$ ).



*monidae* étudiées par BORDAS. Étant donné les connaissances déjà acquises, j'ai étudié les mâles moins en détail que les femelles.

Mes figures 14 A à D, montrent les diverses étapes de la dissection destinée à isoler les organes reproducteurs mâles de *Pimpla instigator* F. Ces derniers sont constitués (comme chez les espèces disséquées par BORDAS), de deux testicules dissimulés sur la face

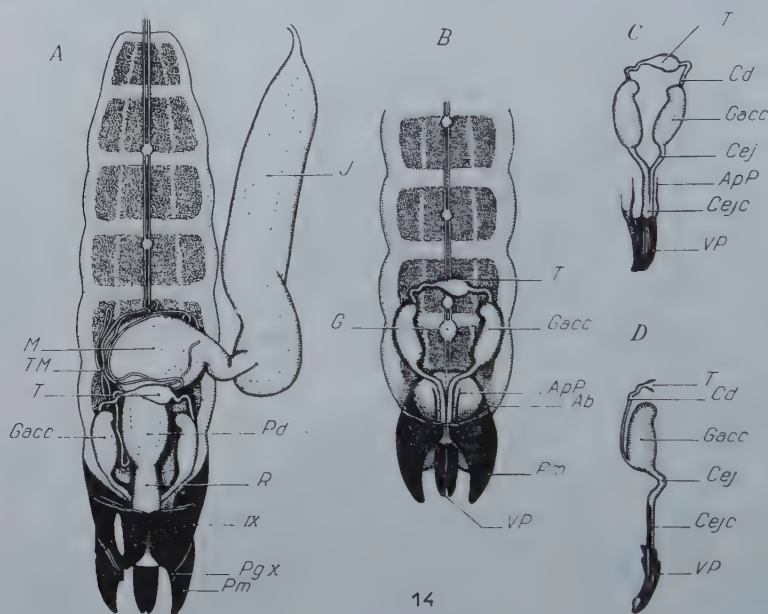


FIG. 14 : A, disposition des organes à l'intérieur de l'abdomen chez le mâle de *Pimpla instigator* F.; B, idem après ablation du tube digestif; C, D, organes reproducteurs isolés vus de 3/4 et de profil; Ab, anneau basal du caulis; ApP, apophyses proximales du pénis; Cd, canal déférent; Cej, canal éjaculateur; Cejc, canal éjaculateur commun; G, ganglion anal; Gacc, glandes accessoires; J, jabot; M, mésentéron; Pd, proctodaeum; Pg X, pygostyles (tergite X); Pm, paramères (valves); R, rectum; T, testicules; TM, tubes de Malpighi; VP, valves du pénis; IX, X, 9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> tergites (X 12).

dorsale de l'intestin, parmi les tubes de Malpighi. Les deux testicules sont enveloppés d'une membrane commune (scrotum). Ils se déversent chacun dans un long canal déférent. Chaque canal déférent longe une volumineuse glande accessoire située à côté du rectum. Un nouveau canal, le ductus ejaculatorius conduit les spermatozoïdes depuis la base de la glande accessoire jusque dans le canal éjaculateur commun (BORDAS 1894) qui débouche entre les deux valves du pénis (fig. 14).



## DEUXIÈME PARTIE

### RÉVISION DES TRAVAUX CONCERNANT LA THÉORIE DE DZIERZON ET OBSERVATIONS NOUVELLES SUR LE DÉTERMINISME DU SEXE CHEZ LES *PIMPLA* F., *APECHTHIS* FÖRST. ET *ITOPLECTIS* FÖRST.

#### I. — RÉVISION DES CONNAISSANCES ACTUELLEMENT ACQUISES

##### 12. Détermination du sexe chez les Hyménoptères

Chez les Hyménoptères, nous savons que le sexe est déterminé génétiquement suivant le mécanisme connu sous le nom d'*haplodiploïdie* : les mâles sont normalement haploïdes et les femelles diploïdes (les cellules somatiques étant souvent polyploïdes). Parmi les chromosomes de ces insectes, on ne peut affirmer que certains sont des chromosomes sexuels, et les théories de MANNING (1949-1953) affirmant que l'élément « crochu » observé chez l'Abeille domestique serait un chromosome sexuel sont très discutées (voir SANDERSON et HALL 1948-1951).

Que l'unanimité ne soit pas encore établie sur ce point parmi les chercheurs ne saurait étonner ceux qui connaissent l'aspect des chromosomes chez les Hyménoptères, chromosomes de très petite taille, généralement peu caractéristiques et difficiles à dénombrer.

On constate que la méiose avorte au cours de la spermatogénèse, c'est-à-dire que la première division de maturation est plus ou moins abolie, et se manifeste tout au plus par l'expulsion d'un globule polaire. L'ovogénèse par contre, est du type normal, et s'accompagne d'une méiose qui aboutit à la formation d'un ovule après expulsion de deux globules polaires.

Un œuf non fécondé, contenant donc un stock haploïde de chromosomes, se développe normalement lorsqu'il est pondu par une femelle d'Hyménoptère, que celle-ci soit vierge ou qu'elle ait été

fécondée : un tel œuf donne naissance à un mâle. Dépouvu de père, ce mâle est homozygote et il hérite exclusivement de caractères transmis par sa « mère ». L'œuf fécondé par contre, contient un stock diploïde de chromosomes, et il donne naissance à une femelle.

Toutefois, on a également constaté l'existence de mâles diploïdes exceptionnels chez les Hyménoptères. Les quelques mâles intermédiaires obtenus par CUÉNOT (1909) d'une Abeille domestique de race indigène fécondée par un faux-bourdon de race italienne plus colorée, étaient peut-être des mâles diploïdes biparentaux (*voir ci-dessous*, chapitres 14 et 27).

Les expériences de WHITING (1925-1945) faites sur des *Habrobracon juglandis* ASHM. de races homozygotes parfaitement pures, ont démontré de façon plus concluante l'existence de mâles diploïdes chez qui les caractères des parents apparaissent parfois disposés en mosaïque.

Mais WHITING a apporté des précisions encore plus importantes sur le déterminisme du sexe chez les Hyménoptères : d'après sa théorie génique du sexe, le sexe mâle d'*Habrobracon juglandis* ASHM., déterminé par l'état homozygote, présenterait un génotype X 1, X 2 ou X 3... tandis que le sexe femelle résulterait d'un phénomène de complémentarisme, c'est-à-dire de quelque interaction entre les différents X (X 1 X 2 ou X 2 X 3...). La rencontre de ces complémentaires est naturellement impossible chez un individu haploïde qui est toujours mâle. Les mâles diploïdes qui sont très rares, sont également homozygotes, et résulteraient de la rencontre exceptionnelle de gènes homologues X 1 X 1 ou X 2 X 2 dans les lignées consanguines.

Je rappelle en passant, que GUHL et DOZORCEVA (1934) estiment avoir vérifié les hypothèses de WHITING chez le *Pteromalus puparum* L. Ultérieurement, NOLAN (1938), MACKENSEN (1939), PASTEELS (1949), SANDERSON et HALL (1948, 1951) ont tenté d'accorder les découvertes de WHITING avec les connaissances acquises concernant l'Abeille domestique.

D'après les théories de WHITING, l'haploïdie ne déterminerait qu'indirectement le sexe mâle. Or, nous verrons dans le chapitre 14, que certaines femelles d'Hyménoptères fécondent ou non leurs œufs au moment de la ponte, en fonction des conditions extérieures (théorie de DZIERZON). Ce faisant, elles provoquent indirectement le phénomène de complémentarisme génique, ou l'empêchent de se manifester dans l'œuf qu'elles déposent. Ainsi, elles déterminent indirectement le sexe de leurs descendants.

### 13. Facteurs exerçant une influence sur la proportion des sexes chez les Hyménoptères parasites

Dans le présent chapitre, nous passerons en revue quelques modalités de déterminisme du sexe chez les Hyménoptères parasites.

Les exemples énumérés démontreront que le sexe ratio (poucentage de femelles et de mâles) dans une population de parasites peut être modifié par divers facteurs, d'ordre interne, ou d'ordre externe. Dans certains cas, ces facteurs interfèrent ou se complètent; dans d'autres cas, il est vrai, la cause profonde des phénomènes observés, ou leur mécanisme restent encore obscurs. Tous les cas mentionnés ci-dessous ont déjà été énumérés par CLAUSEN (1939) ou FLANDERS (1939, 1942, 1943, 1944, 1945, 1950, 1956), et je ne ferai que les rappeler brièvement :

1. *Rétention des œufs*. — D'après THOMPSON & PARKER (1928), les femelles de *Melittobia acasta* WLK. ont tendance à retenir leurs œufs lorsqu'elles n'ont pas été fécondées, c'est-à-dire lorsque la spermathèque ne contient pas de spermatozoïdes. Par contre, celles qui sont fécondées pondent sans hésitation : les descendants seront donc en majeure partie du sexe femelle chez *M. acasta* WLK.

2. *Accouplement*. — FLANDERS (1937) a constaté que les femelles de *Coccophagus lycimnia* WLK. pondent avant de s'accoupler, des œufs externes sur des larves de Chalcidiens. Après l'accouplement par contre, elles pondent dans le corps des Cochenilles *Lecaniinae*. De même, chez le *Coccophagus ochraceus* HOW., les œufs haploïdes éclosent seulement lorsqu'ils ont été pondus à l'extérieur du bouclier d'une Lécaniine, tandis que les œufs diploïdes (femelles) se développent exclusivement dans le corps de l'hôte.

Chez ces parasites, qui pondent facilement avant et après l'accouplement, la répartition des sexes peut donc être déterminée par la durée qui sépare l'éclosion imaginale de l'accouplement.

3. *Capacité de la glande spermathéciale*. — Chez les Braconides et les Chalcidiens, la glande spermathéciale (« partie dynamique de la spermathèque » *sec.* FLANDERS 1956) a une faible capacité. Il en résulterait que seul un petit nombre de spermatozoïdes peuvent être activés simultanément : chez ces parasites, le sexe ratio serait donc déterminé, en partie tout au moins, par le taux d'oviposition (pontes plus ou moins rapprochées), lui-même déterminé par la densité de l'hôte (voyez les paragraphes suivants). Cette observation n'est pas valable pour les *Ichneumonidae* dont la glande spermathéciale est plus volumineuse, et d'une capacité plus grande (\*).

4. *Taux de ponte*. — Si la durée écoulée entre chaque ponte est suffisante, tous les œufs peuvent être fécondés chez les parasites dont la glande spermathéciale a une faible capacité (*voir* paragraphe précédent). Or, chez certaines *Braconidae*, les oviductes sont parfois modifiés et adaptés au stockage des œufs. De ce fait, les femelles en question peuvent pondre rapidement un grand nombre d'œufs. Leur

(\*) En réalité, nous verrons dans le chapitre 14 (B) que plusieurs Braconides et Chalcidiens peuvent aussi déterminer plus ou moins directement le sexe de leurs descendants par « oviposition sélective ».



glande spermathécalle ayant une faible capacité, ainsi s'expliquerait que ces parasites engendrent parfois une forte proportion de mâles (FLANDERS 1950).

5. *Densité de l'hôte.* — Les mâles haploïdes prédominent chez certains Chalcidiens et Braconides si la population de l'hôte est très dense, puisque les œufs pondus à intervalles rapprochés sont peu fécondés en raison de la faible capacité de la glande spermathécalle (FLANDERS 1942, 1950, 1956). Tel serait notamment le cas du *Coccophagus ochraceus* HOW. parasite des larves de *Saissetia* spp.

6. *Variations suivant l'année.* — BAKER a observé statistiquement en 1924-1927, que le sexe ratio de l'*Ephialtes roborator* F. variait suivant les années (CLAUSEN 1939).

7. *Variations saisonnières.* — Le sexe ratio varie également suivant la saison chez *Micropterus clauseni* COMP. endoparasite grégaire de *Ceroplastes*. Il passe de 3 femelles pour 1 mâle durant la génération hibernante, à 9 femelles pour 1 mâle en été (CLAUSEN 1939).

8. *La température.* — D'après SPEYER (1926-1927), les températures basses déterminent l'apparition de mâles adultes chez *Encarsia formosa* GAHAN, parasite d'Aleurodides. Les parents de ces mâles se sont développés à température élevée. Chez *Habrolepis rouxi* COMP., les femelles qui se développent à 80 °F (= 27 °C) dans des Coccides mûres sont thélytoques; par contre, celles qui ont évolué à l'état de jeunes larves dans des Coccides immatures sont amphitoques ou arrhénotoques (FLANDERS 1945).

Dans la plupart des cas, la température agit sans doute indirectement sur le sexe ratio des parasites, par suite de la mortalité sélective, l'un des sexes étant moins résistant que l'autre à une température donnée (voyez notamment MOURSI 1946).

9. *La nourriture.* — La proportion des sexes varie chez *Trichilogaster longifoliae* suivant la plante nourrissant l'hôte : l'*Acacia longifolia* var. *floribunda* F. MUELL favorise l'apparition de mâles et de femelles en nombre égal, tandis que la proportion de mâles produits sur l'*Acacia longifolia* WILLD. typique, est seulement de 1 % (NOBLE 1940).

10. *Les hôtes préférés.* — Les œufs fécondés femelles sont souvent déposés dans ou sur les hôtes préférés dont la présence détermine l'activation de la musculature ou de la glande spermathécalle. Or, on sait également (ULLYETT 1936, etc.) que les parasites préfèrent généralement les hôtes de grande taille. Les œufs fécondés femelles seront donc déposés dans les hôtes de grande taille, et les œufs mâles dans les hôtes plus petits : tel est notamment le cas des Ichneumonides *Pimplinae*. Le même phénomène, connu sous le nom de théorie de DZIERZON, se retrouve chez divers Hyménoptères non parasites ; nous l'étudierons dans les chapitres qui suivent.



#### 14. La théorie de DZIERZON, « le sexe à la disposition de la mère »

Le problème fut posé pour la première fois par JOHANN DZIERZON, un pasteur qui élevait des Abeilles à Karlsmarkt en Silésie. Il publia ses remarquables observations sur l'origine des Faux-bourçons en 1845 dans la revue *Eichstädter Bienenzeitung*.

D'après la théorie de DZIERZON, les mâles d'Abeilles se développent à partir d'œufs non fécondés, tandis que les femelles (reines et ouvrières) sont issues d'œufs fécondés. La reine déposerait « à volonté », dans une certaine mesure, des œufs vierges mâles dans les grands alvéoles, et des œufs fécondés femelles dans les petites cellules d'ouvrières.

Cette théorie parut extraordinaire à l'époque de DZIERZON, et plus d'un pensaient qu'elle ne survivrait guère. Toutefois, DZIERZON ne se laissa pas induire en erreur par les nombreuses voix qui s'en prenaient à lui et qui croyaient démontrer l'inexactitude de sa théorie. Comme le relève NACHTSHEIM dans son admirable travail publié en 1913, DZIERZON savait apporter des faits à l'appui de sa théorie. Lorsqu'on relit les premières pages de l'*Eichstädter Bienenzeitung*, on est surpris de voir combien DZIERZON connaissait exactement la biologie et le développement de l'Abeille, et combien au contraire ses adversaires étaient ignorants.

Parmi les défenseurs de la théorie de DZIERZON, BERLEPSCH, SIEBOLD et LEUCKART ont publié des observations dont la valeur scientifique et l'exactitude sont infiniment supérieures à celles de leurs adversaires. *Ces derniers ont trop souvent donné libre cours à leur fantaisie, tels certains apiculteurs qui n'avaient pas les connaissances nécessaires pour faire des expériences judicieuses, telles certaines personnes instruites qui croyaient pouvoir donner leur avis sans connaître de façon précise la biologie de l'Abeille et les conditions à l'intérieur de la ruche (NACHTSHEIM).*

Ultérieurement, des chercheurs de plus en plus nombreux ont expliqué par la théorie de DZIERZON, la répartition des sexes chez d'autres Hyménoptères. Le problème s'est posé en particulier chez les *Ichneumonidae Pimplinae* (CHEWYREUV 1913), où j'ai tenté personnellement de l'étudier à l'aide de techniques nouvelles.

Je considère que la théorie de DZIERZON, si elle n'est pas une vue de l'esprit, doit être en accord avec trois aspects fondamentaux du problème :

1. Le comportement de la femelle;
2. L'anatomie de la femelle, en particulier du réceptacle séminal;
3. L'aspect des chromosomes chez le mâle et chez la femelle.

Chez les *Pimplinae*, je n'ai étudié que les deux premiers points. Toutefois, je n'oserais aborder un problème si complexe, aux aspects

si divers, sans avoir passé en revue les connaissances acquises concernant l'Abeille domestique d'une part, et d'autre part les divers groupes d'Hyménoptères chez qui la répartition des sexes s'expliquerait par la théorie de DZIERZON.

#### A. LE CAS DE L'ABEILLE DOMESTIQUE (*Apis mellifica* L.).

Les étonnantes découvertes de DZIERZON sont à l'origine des remarquables travaux de SIEBOLD, WEISMANN, BRESSLAU, CUÉNOT, NACHTSHEIM, etc. Malheureusement, un siècle après les découvertes de DZIERZON et de BERLEPSCH, cinquante ans après celles de BLOCHMANN, WEISMANN et ses élèves, BUTTEL-REEPEN, MEVES, ADAM, etc., des apiculteurs publient encore de temps à autre des notes où sont exposées les théories les plus extravagantes, théories qui font apparaître, plutôt qu'un nouvel aspect du problème, l'ignorance de ceux qui les publient.

NOLAN (1938), PASTEELS (1949), SANDERSON et HALL (1948, 1951), FLANDERS (1950), MOREAUX (1951), CHAUVIN (1952), KERR et LAIDLAW (1956) ont passé en revue les connaissances actuelles relatives au déterminisme du sexe chez l'Abeille domestique. Toutefois, ces travaux ne tiennent pas toujours compte des trois aspects fondamentaux du problème, et certains nous rappellent sans discernement les théories les plus invraisemblables qui ont été énoncées.

Plusieurs auteurs en effet, ont affirmé que la nourriture déterminerait le sexe de l'Abeille, d'autres ont cru observer des différences structurelles entre les deux ovaires et oviductes de la reine, d'autres ont voulu expliquer certaines « exceptions » par des transferts d'œufs effectués par les ouvrières, d'autres enfin ont pratiqué des croisements entre Abeilles de races différentes pour voir si les mâles issus d'œufs vierges étaient réellement du type maternel; toutefois, ils ignoraient que les reines utilisées dans leurs expériences étaient impures (hétérozygotes), et ils ont conclu bien trop rapidement que la théorie de DZIERZON n'était pas valable. Récemment encore, on a prétendu que tous les œufs seraient fécondés, et que les ouvrières élimineraient par léchage les spermatozoïdes se trouvant sur les œufs destinés à produire des mâles. Devrait-on supposer que les spermatozoïdes séjournent à l'extérieur du chorion, et pénètrent dans l'œuf seulement au bout d'un certain temps, et à la condition que les ouvrières les aient épargnés?

En réalité, je pense que les auteurs suivants méritent seuls d'être mentionnés :

AUDOUIN (1824) comprit le premier l'importance du réceptacle séminal des insectes en tant qu'organe destiné à recevoir les spermatozoïdes lors de l'accouplement : *Ne voit-on pas que dans les insectes la femelle, après avoir reçu la liqueur du mâle, est en quelque sorte chargée de sa distribution?* Par cette conclusion pertinente, AUDOUIN termine la lettre qu'il adressa en 1824, à l'Académie royale des sciences.

SIEBOLD (1843) établit définitivement que le réceptacle séminal

de la reine est un organe destiné à contenir les spermatozoïdes. C'est aussi à SIEBOLD que nous devons la première étude comparée du réceptacle chez divers Hyménoptères.

BERLEPSCH (1851, 1856) effectue une série d'expériences, notamment des croisements méticuleux entre races différentes; il obtient des résultats qui sont en parfait accord avec la théorie de DZIERZON, et il répand ces découvertes parmi les apiculteurs.

KÜCHENMEISTER (1857) réfute les idées couramment admises sur la contractilité du réceptacle séminal, la paroi de la capsule étant dépourvue de musculature.

LEUCKART (1858) s'obstine à croire que la paroi est pourvue de musculature, comme chez les Vespides. Il a cependant le mérite de découvrir la musculature du canal séminal, et il constate que le réceptacle est rudimentaire chez les ouvrières d'Abeilles.

LEYDIG (1859, 1867) démontre enfin l'absence de musculature dans la paroi du réceptacle, et il observe que les mouvements tourbillonnants des spermatozoïdes sont indépendants de la musculature du canal ou de la structure du réceptacle.

SIEBOLD (1871) constate que la taille du réceptacle est en relation avec les besoins de la reine en spermatozoïdes.

SANSON (1878) expose à l'Académie des sciences, qu'une reine fécondée, gelée, puis « ramenée à la vie » ne pond plus désormais que des œufs mâles. Il observe que le réceptacle séminal des reines âgées « bourdonneuses » devient transparent (le stock de spermatozoïdes étant épuisé).

Je dois cependant rappeler que la conservation de reines d'Abeilles dans une glacière et l'étude ultérieure de leur descendance, avaient déjà été effectuées précédemment par BERLEPSCH.

BLOCHMANN (1889) établit que la maturation se poursuit de la même manière dans tous les œufs; les œufs mâles ne contiennent pas de spermatozoïdes, tandis que les œufs déposés dans les cellules d'ouvrières sont polyspermiques.

WEISMANN, PAULCKE, PETRUNKEWITCH (1899-1903) confirment et font connaître les découvertes de BLOCHMANN. En 1903, PETRUNKEWITCH compte 16 chromosomes chez l'Abeille (il considère encore ce nombre comme diploïde).

BUTTEL-REEPEN (1905) fut un observateur attentif et objectif qui défendit la théorie de DZIERZON.

BRESSLAU (1906) découvrit enfin la structure et le mécanisme du réceptacle séminal de l'Abeille, et démontra qu'il fonctionne comme une pompe (Spermapumpe).

MEVES (1904-1907), MARK & COPELAND (1906), DONCASTER (1907) étudièrent les divisions des spermatocytes, et démontrèrent que les spermatides contiennent le même nombre de chromosomes que les spermatogonies.



CUÉNOT (1909) reprend avec beaucoup plus de soin que nombre de ses prédécesseurs, la fameuse expérience de croisements entre femelle d'une race et mâle d'une autre race. Comme BERLEPSCH (1856) et SIEBOLD (1864), il confirme à son tour la théorie de DZIERZON.

ADAM (1913) complète et rectifie quelque peu les découvertes de BRESSLAU sur la musculature et le fonctionnement du réceptacle séminal. Il compare la structure de cet organe dans divers groupes d'Hyménoptères.

NACHTSHEIM (1913) fait simultanément une mise au point judicieuse des connaissances valables acquises à son époque. Il étudie pour la première fois en détail l'aspect des chromosomes dans les noyaux mâles et femelles. *Le fuseau de division de l'œuf vierge ne contient que le nombre haploïde de 16 chromosomes, le fuseau de l'œuf fécondé en contient 32, donc la division réductionnelle avorte dans la spermatogenèse.* Souvent, les cellules somatiques sont polyploïdes, avec 32, 64 chromosomes. NACHTSHEIM conclut (en 1913!) que *ses recherches ont apporté la preuve formelle de la théorie de DZIERZON.*

ONION (1912, 1914) et JACK (1916) démontrent que chez une race sud-africaine d'*Apis mellifica* L., les ouvrières peuvent être exceptionnellement fertiles, et que les œufs de ces ouvrières se développent parfois en reines comme les œufs fécondés d'une reine accouplée.

Durant les années qui suivirent, les chercheurs ont étudié principalement d'autres Hyménoptères que l'Abeille domestique (*voir ci-dessous*). WHITING (1925-1945) découvrit notamment l'existence exceptionnelle de mâles biparentaux chez *Habrobracon juglandis* ASHM. et publia ses fameuses théories sur les allèles multiples et l'origine génique du sexe (*cf.* chapitre précédent). D'après les découvertes de WHITING, l'haploïdie déterminerait seulement indirectement le sexe mâle, mais ces travaux n'invalident pas la théorie de DZIERZON. On cherche actuellement à accorder les idées de WHITING avec les connaissances acquises concernant l'Abeille domestique.

SANDERSON & HALL (1948, 1951), RIS & KERR (1952), ont repris l'étude des chromosomes de l'Abeille, et confirmé que, chez le faux-bourdon il en existe 16 à tous les stades du développement des spermatozoïdes. Chez la femelle, il y a 32 chromosomes dans l'ovogonie, et 16 dans l'ovocyte après réduction. Rien ne prouve l'existence de chromosomes sexuels. La théorie de l'haplo-diploïdie peut expliquer à elle seule la détermination du sexe chez l'Abeille. Enfin, SANDERSON & HALL ont rectifié quelques erreurs de NACHTSHEIM sur la forme et l'association des chromosomes.

TABER (1954) constate l'existence d'accouplements multiples chez ce même insecte : parfois, la reine s'accouple avec plusieurs mâles au cours d'un même vol nuptial.

Enfin, RUTTNER (1956) démontre que les spermatozoïdes ne sont



pas emmagasinés dans le réceptacle par chimiotactisme, mais par une combinaison de mouvements actifs et passifs de l'abdomen.

Les chercheurs qui ont utilisé l'Abeille comme objet de leurs investigations, n'ont peut-être pas choisi l'insecte le plus facile à étudier, l'organisation sociale étant particulièrement complexe dans la ruche, et très sensible aux interventions des expérimentateurs. Toutefois, parmi les belles découvertes énumérées ci-dessus, il n'en est point qui infirme la théorie de DZIERZON. Dans les cas où cette théorie n'est pas valable, d'autres explications doivent naturellement venir la compléter, ce qui ne diminue en rien sa valeur.

En conclusion, il semble que la mystérieuse propriété qu'ont certains Hyménoptères de « disposer du sexe de leurs descendants », s'expliquerait de la manière suivante : en réponse à certaines stimulations, la femelle actionne ou non la pompe spermatique, ce qui détermine la fécondation ou la non-fécondation de son œuf : ainsi, l'œuf en question donnera naissance à un descendant femelle ou mâle.

#### B. « LE SEXE A LA DISPOSITION DE LA MÈRE » CHEZ LES AUTRES HYMÉNOPTÈRES.

Je passerai maintenant en revue les cas où le sexe est le plus manifestement « à la disposition de la mère » (selon l'expression de FABRE), à savoir les cas où la femelle détermine le sexe de ses descendants au moment de la ponte, en fonction apparemment de la *quantité de nourriture disponible, de la taille de l'hôte ou de la cellule* destinée à abriter le descendant.

Ce phénomène remarquable s'observe chez de nombreux Hyménoptères, sociaux, nidifiants, prédateurs ou parasites appartenant à différentes familles.

En 1864 déjà, SCHLEIP constatait que les femelles de *Chalicodome* (*Megachile muraria* F.) construisent des cellules de tailles différentes, les grandes cellules contenant une plus grande quantité de nourriture et donnant des femelles, tandis que les cellules les plus petites et les moins approvisionnées abritent des mâles.

FABRE (1879-1890) fit à son tour de nombreuses observations précises et méthodiques qui mirent en évidence des phénomènes du même ordre chez diverses *Apidae* appartenant aux genres *Osmia* PANZ. et *Anthidium* F. Chez plusieurs espèces d'Osmies, chez *O. cornuta* LATR. notamment, la femelle pond des œufs fécondés femelles dans de grandes cellules, et des œufs mâles dans des cellules plus petites contenant moins de nourriture. De plus, les cellules de mâles sont situées à l'entrée du nid, tandis que les cellules de femelles sont placées en profondeur. Ce phénomène est en relation avec la protandrie des mâles qui se développent plus rapidement et quittent le nid avant les femelles. Lorsqu'une Osmie pond dans plusieurs tiges de roseaux

de faible longueur, elle dépose alternativement des œufs femelles au fond, puis des œufs mâles à l'extérieur, ceci successivement dans chaque roseau.

Chez *Anthidium 7-dentatum* LATR. et *A. bellicosum* LEP., FABRE a démontré que les œufs femelles sont pondus au fond des coquilles d'*Helix*, tandis que les œufs mâles sont déposés près de l'entrée où l'espace est le plus grand : or, il se trouve que chez les Anthidies en question, contrairement aux Osmies, les mâles sont précisément plus gros que les femelles !

FABRE considérait la théorie de DZIERZON comme *très simple, lucide, séduisante...*, mais il ne lui témoignait aucune *sympathie*. Il s'obstina à nier l'origine parthénogénétique des mâles, car il avait observé que certains œufs, apparemment normaux, pondus dans les dernières cellules ne se développaient pas. *Ces œufs n'éclosent pas, disait-il, parce qu'ils n'ont pas été fécondés. Ainsi périrait tout animal ou végétal qui n'aurait pas reçu l'imprégnation vivifiante.*

En 1892, NICOLAS confirma les observations de FABRE, et rejeta à son tour la théorie de DZIERZON.

Les recherches de POPOVICI-BAZNOSANU, en 1909, confirment à leur tour celles de FABRE et de NICOLAS : *D'après mes recherches, je confirme la tendance des espèces bicornis, cornuta, adunca à produire d'abord des femelles et puis des mâles, mais sans régularité absolue, puisque j'ai constaté souvent le mélange des sexes...*

C'est en 1899 et 1912 seulement, que CUÉNOT et SCHLEIP révisèrent les observations de leurs prédécesseurs en les accordant avec la théorie de DZIERZON.

En 1924, DESCY étudia à nouveau quelques espèces d'Osmies. Il les fit pondre dans des tubes pourvus d'un piston qui permettait de rétrécir à volonté le volume des cellules. Or, l'Osmie rétablissait le volume primitif de la cellule modifié par un tel artifice. Elle agissait « comme si elle voulait absolument un volume déterminé pour le logis de son œuf ». DESCY observa également qu'une femelle vierge construit seulement de petites cellules; il en conclut que l'insecte détermine le sexe de son œuf, et construit une cellule de tel ou tel type, suivant que son réceptacle séminal contient ou non des spermatozoïdes : *du sperme dans la poche séminale, grandes cellules; pas de sperme, petites cellules.* Toutefois, cette théorie de DESCY n'est assurément pas valable dans tous les cas : elle est en contradiction avec certaines expériences de FABRE (pontes successives dans plusieurs nids de petite dimension), expériences qui ont pourtant été maintes fois confirmées.

Chez les *Philanthus* F., *Tachytes* PANZ. et *Cerceris* LATR., Hyménoptères de la famille des Sphégides, les œufs femelles sont également pondus dans de grandes cellules richement approvisionnées. FABRE a démontré que si l'on intervertit les rations de nourriture déposées

dans les cellules, on ne modifie en rien le sexe « prédestiné » des œufs : on obtient seulement des mâles de forte taille, et des femelles malingres.

En 1892, VERHOEFF découvrit des phénomènes du même ordre chez le *Crabo capitosus* SHUK. Il observa que les premiers nids creusés sont les plus profonds, et contiennent notamment les cellules les plus spacieuses d'où sortiront des femelles.

Des faits analogues sont à nouveau signalés par BORDAGE en 1912, chez *Pison argentatum* SHUK., et surtout chez *Trypoxylon scutifrons* SAUSS.

En 1935, VERGNE constate que la ponte du *Philanthus triangulum* F. débute toujours par des mâles; puis une ou deux femelles sont disposées dans chaque nid, les derniers œufs pondus pouvant être parfois des mâles.

Chez les *Vespidae*, MARCHAL a démontré en 1896 que la reine de *Vespula germanica* F. possède au moins à partir de la fin de la première quinzaine de septembre le pouvoir de déterminer à coup sûr le sexe femelle des œufs qu'elle pond dans les grandes cellules, constituant les gâteaux inférieurs, et qu'au contraire dans les petites cellules, elle pond indifféremment des œufs femelles ou mâles. Pour rendre compte de ce fait, on ne peut admettre actuellement que le principe de la théorie de DZIERZON.

Chez les parasites, le cas des *Tiphia* F. est devenu classique depuis les travaux de BRUNSON (1934-1937). Cet auteur a démontré que *T. popilliavora* ROH. pond principalement des œufs femelles sur les larves du troisième stade du Coléoptère *Popillia japonica* NEW., et des œufs mâles sur les larves du premier stade. BRUNSON a interverti les œufs de *Tiphia* pondus sur des larves de stades différents, sans modifier pour autant la destinée première de l'œuf.

Le même phénomène a été signalé par TAYLOR (1937) chez les Chalcidiens *Pleurotropis parvulus* FERR. et *Elasmus hispidarum* FERR., parasites de chenilles mineuses. Ici également, on obtient un plus grand nombre de parasites femelles à partir de chenilles du troisième stade.

Chez un *Metaphycus* africain introduit en Californie, FLANDERS (1939) a lui aussi observé que la femelle pond des œufs fécondés femelles dans les *Saissetia oleae* BERN., de 1 1/3 à 2 1/2 mm, et des œufs vierges mâles dans les individus mesurant 1 mm.

On connaît aussi des cas analogues chez les *Braconidae*: en effet, d'après HOLDAWAY & SMITH (1932), chez *Alysia manducator* PANZ., parasite de pupes de Diptères, les femelles se développent aux dépens des pupes les plus grandes, tandis que les mâles sortent des plus petites.

Enfin, en 1913, CHEWYREUV a signalé que le sexe serait « à la disposition de la mère » chez les *Ichneumonidae* du genre *Pimpla* F. Je reviendrai sur ce dernier cas dans le paragraphe C.

CHEWYREUV a également observé que chez certaines *Ichneumo-*



nides *Campoplex* FÖRST. (recte *Dusona* CAM.) et *Ereuterus* HTG. spp., une forte majorité des femelles sont issues des hôtes les plus grands.

J'ajouterai que parmi les Hyménoptères « disposant du sexe de leurs descendants », dont les chromosomes ont été étudiés, on ne connaît pas d'espèce chez qui les mâles résultent normalement d'œufs fécondés. Les mâles en question sont haploïdes, tandis que les femelles possèdent un stock de chromosomes diploïde (voir chapitre 12).

Nous avons notamment  $N = 16$ ,  $2N = 32$  chez *Apis mellifica* L. (NACHTSHEIM 1913) et chez *Osmia cornuta* LATR. (ARMBRUSTER 1913). Chez le Chalcidien *Melittobia chalybii* ASHML. SCHMIEDER (1938) a découvert chez le mâle le nombre haploïde de 5 chromosomes, tandis que le nombre diploïde de 10 s'observe dans l'œuf fécondé. SCHMIEDER conclut de ses recherches que la détermination du sexe semble suivre la théorie de DZIERZON, sauf que, chez *Melittobia*, l'haploïdie a généralement un effet léthal.

Nous voyons que les nombreuses observations faites par des auteurs sérieux sur le déterminisme du sexe chez les Hyménoptères les plus divers, sont en complet accord avec la théorie de DZIERZON, comme c'est aussi le cas en ce qui concerne l'Abeille domestique.

### C. LE CAS DES *Ichneumonidae Pimplinae*.

En 1913, CHEWYREUV publia un travail devenu classique sur : *Le rôle des femelles dans la détermination du sexe de leur descendance dans le groupe des Ichneumonides*. Il étudia la répartition des sexes chez les deux espèces de grande taille *Pimpla instigator* F. et *Apechthis compunctor* L. (= *brassicariae* PODA), de même que chez *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) et *A. capulifera* KRIECHB. qui sont des Pimplines de plus petite taille.

Lorsqu'il présentait à ces parasites des chrysalides de grande taille (*Sphinx* L., *Saturnia* SCHRK., *Gastropacha* o.), les femelles y déposaient des œufs qui produisaient des descendants femelles. Par contre, les chrysalides de *Pieris* SCHRK., *Bupalus* LEACH, *Panolis* HB. qui sont sensiblement plus petites, contenaient des parasites mâles en majorité. Si l'on n'offre aux femelles que des nymphes de grande taille, on peut tout à fait éliminer le sexe masculin de la descendance de ces femelles; au contraire, au cas où l'on ne met à la disposition des femelles, que des nymphes de petite taille, on n'arrive pas à éliminer tout à fait de leur descendance le sexe féminin, on n'obtient qu'une prépondérance de mâles... CHEWYREUV ayant également observé que des femelles de *Pimplinae* non fécondées produisent exclusivement des œufs mâles, il en conclut que « la femelle fécondée pond aussi des œufs non fécondés, et que ce sont ces œufs qui fournissent des mâles. C'est la seule interprétation possible... »

En 1935, SEYRIG critique sévèrement, et sans fondement, les observations de CHEWYREUV : Il est impossible d'admettre, écrit-il,



que la femelle qui pond un œuf dans une chrysalide, sache qu'elle a affaire à une chrysalide de telle ou telle taille, et qu'elle en déduise la manière de pondre son œuf dedans. Les chrysalides lui sont d'ailleurs très souvent cachées dans la nature (sinon dans les expériences de CHEWYREUV), soit par un cocon, soit par des feuilles attachées ensemble... Il nous semble impossible d'admettre sans autre explication la théorie simpliste telle que CHEWYREUV l'a exposée. SEYRIG termine sa note en faisant appel à la théorie de la « Host selection », selon laquelle des parasites ayant vécu dans un hôte donné auraient tendance à y revenir pour pondre leurs œufs. Les grandes femelles « confieraient » tout naturellement leurs œufs à de grandes chrysalides, alors que les petites femelles, moins attractives pour les mâles, resteraient vierges et déposeraient leurs œufs dans de petites chrysalides.

Les hypothèses proposées par SEYRIG n'étaient pas nouvelles : elles avaient déjà été suggérées par KAWALL en 1870, qui se demandait alors si les petites chrysalides d'*Hyponomeuta* ne seraient pas attaquées exclusivement par de petites femelles de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.).

Immédiatement après la parution du travail de SEYRIG, VANDEL (*ibid.* 1935) souligna la grande généralité chez les Hyménoptères, des phénomènes observés par DZIERZON, FABRE & CHEWYREUV. Il ajoute avec raison, que l'interprétation de SEYRIG, même au cas où elle s'appliquerait aux *Pimpla*, ne saurait être généralisée...

En réalité, même en ce qui concerne les *Pimpla* F., la note de SEYRIG (qui ne repose sur aucune base expérimentale) me paraît très critiquable et dénuée de fondement pour les raisons suivantes : tout d'abord, les mâles si nombreux en certaines saisons, recherchent avec ardeur, et fécondent aussi bien les femelles de petite taille que les grandes femelles. A part quelques individus récoltés à l'approche de l'hiver (*cf.* chapitre 9 B), toutes les femelles que j'ai capturées dans la nature durant la belle saison étaient fécondées, quelle que fût leur taille.

Je rappelle également (*voir* chapitre 9), que les mâles se rassemblent autour des chrysalides, s'apprêtant à féconder les femelles encore enfermées à l'intérieur, dès qu'elles se libéreront. Il est donc fort improbable que des femelles de *Pimplinae* pondent normalement dans la nature avant d'être fécondées, comme le pensait SEYRIG.

En outre, il serait plus rationnel d'admettre que les femelles, grandes ou petites, pondent dans des chrysalides de toutes les tailles. J'ai même obtenu *in natura*, des mâles d'*Itopectis maculator* F. hyperparasites de minuscules cocons de *Bathyplectes* FÖRST. (= *Canidiella* ASHM.) sp.

On peut se demander également d'où proviennent les petites femelles de *Pimplines* dont parle SEYRIG ! En effet, d'après cet auteur, les petites femelles en question ne seraient pas fécondées et dépose-

raient des œufs vierges dans les petites chrysalides; ces dernières ne pourraient donc abriter que des mâles. En réalité, dans la nature comme dans les élevages, les femelles de petite taille sont issues d'œufs pondus par des femelles de toutes les tailles, et leur existence s'explique comme suit :

1° Des femelles de grande taille peuvent pondre des œufs fécondés dans les petites chrysalides (CHEWYREUV l'avait déjà signalé en 1913);

2° A certaines périodes, comme nous le verrons dans le chapitre 17 B, les *Pimplinae* pondent souvent des œufs fécondés dans n'importe quel hôte;

3° Des femelles de petite taille peuvent également sortir de grandes chrysalides défectueuses ou partiellement dévorées par la « mère » au moment de la ponte.

Toutes les observations que j'ai faites au laboratoire, et qui sont exposées dans les chapitres suivants, confirment les observations et les interprétations de CHEWYREUV. De plus, elles les complètent, et sont en accord avec la théorie de DZIERZON.

*Observation.* — Il convient de rappeler que la théorie de DZIERZON n'est pas valable pour tous les Hyménoptères : certains phénomènes complexes qui s'observent dans le cycle à générations bisexuées et agames alternantes chez les Cynipides, ou la parthénogenèse thélytoque, parfois géographique, de certaines Tenthredinides et de divers Hyménoptères parasites, font intervenir d'autres mécanismes que je ne puis étudier dans le présent travail, travail consacré aux Hyménoptères chez qui précisément le sexe de la descendance peut être déterminé selon les principes fondamentaux de la théorie de DZIERZON.

## II. — OBSERVATIONS PERSONNELLES

### 15. Proportions de mâles et de femelles dans la nature chez diverses espèces d'Ichneumonides

Lorsqu'on désire étudier dans la nature la répartition des sexes chez les Ichneumonides, on se heurte à de nombreuses difficultés. En effet, plusieurs facteurs viennent compliquer l'observation, et les résultats que l'on croit avoir acquis sont souvent trompeurs. Dans le présent chapitre seront exposées quelques données nouvelles qui mettent en évidence plusieurs explications possibles à la prédominance apparente ou réelle de l'un des sexes dans la nature, chez diverses espèces d'Ichneumonides.

1. *Mesostenus grammicus* GRAV. (*Cryptinae*). — En août 1954, je n'ai capturé que des femelles de cette espèce le soir, dans les herbes, au mont des Oiseaux, au-dessus de Hyères (Var). Par contre, à Cap-d'Ail (Alpes-Maritimes) en août 1955, le matin en plein soleil, je n'ai vu que des mâles sur une haie, en bordure d'un jardin cultivé. Chez cette espèce, comme chez la suivante, il se pourrait que les femelles se mettent en chasse de préférence à la tombée de la nuit.

2. *Zaglyptus multicolor* GRAV. (*Pimplinae*). — J'ai capturé un grand nombre de mâles appartenant à cette espèce, sur des buissons de lierre, en plein soleil, au plateau Saint-Michel, au-dessus de Menton. Par contre, les femelles ne sortaient des buissons de lierre que le soir au coucher du soleil. Une seule d'entre elles fut capturée l'après-midi, immobile sur une feuille.

3. *Alomya debellator* F. et *A. semiflavus* STEPH. (*Tryphoninae*). — Les femelles de ces espèces passent pour être rares : parmi les nombreux exemplaires de ma collection, je ne possède guère qu'une femelle pour 9 mâles.

4. *Ophion impressus* THNBG. (= *ventricosus* GRAV.) (*Ophioninae*). — En plein jour, les mâles de cette Ichneumonide parcourent les fourrés du bois de Vincennes où ils pullulent au premier printemps. Toutefois, parmi les innombrables individus observés, je n'ai jamais vu une seule femelle.

5. *Cymodusa ancilla* SEYRIG (*Ophioninae*). — De même, parmi les 17 exemplaires de *C. ancilla* SEYR. capturés par moi en 1951, 1952 et 1955 à Menton et Cap-d'Ail, il y avait 15 mâles et 2 femelles.

Je ne pense pas devoir allonger la liste des cas analogues qui relèvent sans doute de facteurs éthologiques.

6. *Nemeritis canescens* GRAV. (*Ophioninae*). — Un phénomène très particulier semble régler le sexe ratio chez *N. canescens* GRAV. : on sait en effet que cette Ichneumonide se reproduit facilement au laboratoire par parthénogenèse thélytoque, aux dépens de l'*Ephestia kühniella* z. Seul un nombre extrêmement réduit de mâles ont été observés par ceux qui ont élevé *N. canescens* GRAV. au laboratoire. En 1937 notamment, HASE a publié un travail intéressant sur le mâle de l'Ichneumonide en question. Cet auteur obtint 9 mâles en élevant des femelles sur des hôtes divers entre lesquels elles pouvaient choisir. Dans le cas présent, la parthénogenèse et le sexe ratio pourraient dépendre de la nourriture plus ou moins variée absorbée par les larves. D'autre part, l'absence de mâles serait géographique (parthénogenèse géographique de VANDEL 1931). Toutefois, la parthénogenèse géographique, du moins en ce qui concerne *N. canescens* GRAV., n'est peut-être qu'une apparence, la vraie cause du phénomène étant sans rapport avec la répartition géographique (voir aussi : FLANDERS 1945).

Quoi qu'il en soit, en automne 1951, en été 1952 et 1955, j'ai



capturé 25 exemplaires de cette Ichneumonide à Cap-d'Ail et à Menton. Nombre d'entre eux volaient à la fin de l'après-midi au-dessus des buissons de lierre du plateau Saint-Michel en compagnie des *Zaglyptus* dont il vient d'être question (n° 2). Or, parmi les 25 spécimens capturés, spécimens en tous points semblables à ceux élevés au laboratoire à Paris, il y avait 17 mâles et seulement 8 femelles !

7. *Agyron flexorius* THNBG. (= *Labrorhynchus tenuicornis* GRAV.) (*Ophioninae*). — A la fin d'octobre et en novembre 1952, j'ai capturé 8 femelles de cette Ophionine dans les herbes du plateau Saint-Michel, au-dessus de Menton, mais aucun mâle. Par contre, au même endroit, en août 1955, j'ai observé et récolté de nombreux individus dont 60 % étaient des mâles ! Ce phénomène serait-il dû au fait que les mâles disparaîtraient plus tôt que les femelles à la fin de l'été ?

8. *Pimpla contemplator* MÜLL. et *Itopectis maculator* F. (*Pimplinae*). — J'ai déjà signalé que ces *Pimplinae* présentent une protandrie très nette au printemps, et que par contre, on ne trouve plus que des femelles en automne. J'ai aussi observé que les femelles de ces Ichneumonides se concentrent souvent dans le bois de Vincennes en des endroits très précis, sous certains arbres particulièrement envahis de *Tortrix viridana* L. (pour les *Itopectis* FÖRST.), ou en bordure de petites clairières ensoleillées (en automne surtout pour les *Pimpla* F., cf. chapitre 2).

Tous ces exemples prouvent que la proportion réelle des sexes chez une espèce donnée, peut difficilement être étudiée à la faveur de récoltes effectuées dans la nature. J'ai donc entrepris de nombreux élevages, au laboratoire d'évolution, et fait diverses expériences dont les résultats seront exposés dans les chapitres qui suivent.

## 16. Élevages effectués au laboratoire et difficultés rencontrées.

Été comme hiver, depuis 1953, j'ai étudié la descendance de plus de 350 femelles appartenant aux 10 espèces énumérées dans le chapitre 1 B. De nombreuses difficultés se sont présentées, qui rendirent inutilisable la moitié de mes élevages :

1. Les femelles mouraient souvent prématurément, de sorte que l'étude de leur descendance ne pouvait présenter qu'un intérêt limité. D'une manière générale, dans le présent exposé, je tiendrai compte seulement des femelles qui pondirent durant plusieurs semaines, et qui eurent plusieurs dizaines de descendants.

2. Une autre difficulté fut que des femelles accouplées ne produisirent que des descendants mâles, l'accouplement n'ayant pas été suivi de fécondation (voir chapitre 9).



3. Les hôtes se sont parfois révélés défectueux, inadéquats ou réfractaires (*cf.* chapitre 7).

4. En vieillissant, les élevages périlient, la fertilité et la longévité des parasites diminuent au point que de nouvelles souches doivent être recherchées.

5. Les résultats des expériences n'apparaissent qu'au moment où tous les descendants sont éclos, et après que les tableaux de pontes ont été établis, c'est-à-dire bien après la mort de la femelle pondreuse. Il n'est donc guère possible d'étudier directement l'état des organes au moment où tel ou tel phénomène se manifeste. Dans certains cas, seules des hypothèses pourront être proposées.

Malgré ces difficultés, deux méthodes de travail étaient susceptibles de faire progresser les recherches entreprises : d'une part il était possible de faire pondre un grand nombre de femelles dans des circonstances peu variées, et d'étudier statistiquement les résultats obtenus. Mais il était également possible de faire pondre un petit nombre de femelles dans les circonstances les plus variées, et de comparer entre eux les résultats d'expériences très diverses. J'ai choisi cette dernière méthode de travail qui m'a paru plus intéressante pour l'étude d'un domaine encore peu exploré.

La comparaison des résultats ainsi obtenus nous permettra parfois de connaître indirectement, ou de supposer les phénomènes secondaires qui n'ont pu être étudiés en détail. Quoi qu'il en soit les présentes recherches ne peuvent être considérées que comme un débroussaillage du problème.

### 17. Pontes dans des hôtes presque exclusivement de grande taille ou exclusivement de petite taille.

Dans les expériences qui vont être présentées, j'admettrai qu'un hôte est de grande taille lorsqu'il dépasse la taille du parasite (et inversement pour un hôte de petite dimension). Il est évident que les limites définissant un hôte de grande ou de petite taille sont quelque peu arbitraires : j'ai donc utilisé dans mes expériences, des hôtes ayant autant que possible des tailles extrêmes, à savoir des hôtes beaucoup plus grands ou beaucoup plus petits que les parasites étudiés. Un hôte tel que *Tenebrio molitor* L. est grand pour *Pimpla contemptor* MÜLL. ou les *Itoplectis* FÖRST., mais il est petit pour *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), *P. instigator* F. et les *Apechthis* FÖRST.

Des chrysalides appartenant à une même espèce peuvent être soit de grande taille, soit de petite taille lorsqu'on utilise les individus extrêmes : par exemple, des chrysalides d'*Epestia* mesurant 7 mm sont petites pour une femelle de *P. contemptor* MÜLL. de 8 mm, mais lorsqu'elles atteignent 9 mm, elles sont grandes pour cette même femelle.

## A. PONTES DANS DES HÔTES DE GRANDE TAILLE.

La femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 2, capturée dans le bois de Vincennes, pondit au laboratoire du 1<sup>er</sup> mai au 4 juillet 1953. Je lui présentai presque exclusivement des chrysalides de *Pieris brassicae* L. qui sont de grande taille par rapport à elle. Seules quelques petites chrysalides de *Tortrix viridana* L. et quelques nymphes de *Tenebrio* furent offertes de temps à autre à la femelle de *P. turionellae* L. n° 2.

Celle-ci pondit des œufs fécondés en grand nombre, jusque dans sa dernière victime. Deux petites chrysalides de *Tortrix* donnèrent également des parasites femelles. Quatre mâles seulement sont issus de cette ponte : tous sortirent de petits hôtes, *Tortrix* ou *Tenebrio*.

La femelle de *P. turionellae* L. n° 17, « fille » de la précédente, éclore et fécondée au laboratoire, pondit exactement dans les mêmes conditions. Comme la femelle n° 2, elle déposa des œufs fécondés jusqu'à la fin de sa vie. Mais cette fois-ci, 4 mâles sont sortis de grandes chrysalides de *Pieris* SCHRK. La femelle n° 17 avait donc une moins forte tendance que la précédente, à féconder ses œufs déposés dans les hôtes de grande taille.

Les mêmes phénomènes s'observent chez les autres espèces : la femelle de *P. contemplator* MÜLL. (= *turionellae* auct. nec L.) n° 8, capturée dans le bois de Vincennes, pondit dans des chrysalides d'*Euproctis phaeorrhaea* DON. et de *Lypotigris ruralis* SCOP. Ces chrysalides sont de grande taille pour *P. contemplator* MÜLL. qui est sensiblement plus petite que *P. turionellae* L. Or, la femelle n° 8 pondit des œufs fécondés jusqu'au jour de sa mort. Deux petites chrysalides d'*Ephestia* parasitées par cette femelle donnèrent elles-mêmes des *Pimpla* femelles. Un unique mâle sortit d'une chrysalide d'*Euproctis* à la fin de la ponte.

Je citerai encore le cas des femelles d'*Itopectis maculator* F. n°s 19, 31 et 77 (ces deux dernières écloses et fécondées au laboratoire), qui pondirent exclusivement dans des nymphes de *Tenebrio* ou dans des chrysalides d'*Euproctis phaeorrhaea* DON. Ces deux hôtes sont plus grands que la taille moyenne des *Itopectis* FÖRST. Il en résulte que tous les descendants des femelles n° 19, 31 et 77 étaient femelles sans exception (voir tableau 1).

Par contre, la femelle d'*Itopectis alternans* GRAV. n° 15, qui pondit exactement dans les mêmes conditions et qui produisit 24 descendants aux dépens de *Tenebrio* et d'*Euproctis*, donna naissance à 7 mâles, tous issus de *Tenebrio* (nous reparlerons de cette ponte dans le chapitre 19). La femelle n° 15 avait été capturée dans le bois de Vincennes.

*Conclusions.* — Cette première série d'expériences met en évidence les phénomènes suivants :

1. Une femelle de *Pimplinae* est parfois capable de produire exclusivement des descendants femelles, comme CHEWYREUV l'avait déjà observé en 1913.

2. Il existe cependant d'importantes différences individuelles. Certaines femelles produisent plus de descendants mâles que les autres, dans des circonstances identiques. De nouvelles observations le confirmeront dans les chapitres qui suivent.

3. Ces différences mises à part, nous retrouvons les mêmes phénomènes fondamentaux chez toutes les espèces parasites étudiées.

TABLEAU 1

Ponte de l'*Itoplectis maculator* F. n° 77 (obtenue de chrysalide de *Lypotigris ruralis* SCOP., accouplée le 23 septembre 1953 à 1 ♂), dans *Tenebrio* isolés et *Ephestia* en fin de ponte.

Date de la ponte (1953-54)	Numéro de la ponte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu	Date de la ponte (1953-54)	Numéro de la ponte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu
21 XI	1	....	21 XII	20	....
23 XI	2	♀	23 XII	21	♀
25 XI	3	♀	24 XII	22	♀
27 XI	4	....	6 I	23	♀
27 XI	5	....	8 I	24	♀
3 XII	6	....	8 I	25	....
5 XII	7	....	12 I	26	♀
7 XII	8	....	14 I	27	♀
9 XII	9	....	15 I	28	nymphé
10 XII	10	♀			morte
11 XII	11	....	21 I	29	♀
12 XII	12	....	22 I	30	....
14 XII	13	♀	27 I	31	....
15 XII	14	♀	28 I	32	♀
16 XII	15	♀	30 I	33	prénymphé
17 XII	16	♀			morte
18 XII	17	♀	1 II	34	....
19 XII	18	....	1 II	35	....
21 XII	19	♀			

Date de la ponte (1953-54)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu
1 II	36	dans 15 <i>Ephestia</i>	nymphé morte et 1 ♀
3 II	37	1 <i>Tenebrio</i>	....
4 II	38	1 <i>Ephestia</i>	♀
11 II	39	15 <i>Ephestia</i>	♀
13 II	Mort de la ♀ n° 77		

## B. PONTES DANS DE PETITS HÔTES.

CHEWYREUV a remarqué que les femelles de *Pimplinae* déposent dans les petits hôtes, une majorité d'œufs mâles, mais aussi un certain nombre d'œufs femelles lorsqu'elles n'ont aucun hôte de grande taille à leur disposition.

En réalité, dans les élevages, on peut observer tous les inter-



médiaires entre des pourcentages d'œufs fécondés très faibles ou très élevés dans les hôtes de petite taille : nous verrons que ces variations peuvent ne pas dépendre uniquement de la réponse du parasite au facteur « taille ».

Les femelles de *Pimplinae* capturées dans la nature durant la belle saison produisent généralement un fort pourcentage de descendants femelle, même dans les hôtes de petite taille qui leur sont offerts. Tel fut notamment le cas des femelles de *P. contemplator* MÜLL. n<sup>os</sup> 140 et 256 provenant du Bois de Vincennes, qui produisirent 31 descendants femelles et seulement 3 mâles dans des chrysalides d'*Ephestia*. De même, les femelles d'*Itoplectis alternans* GRAV., n<sup>os</sup> 144 et 291 produisirent 32 descendants femelles et 12 mâles...

Des observations analogues ont été faites par CUSHMAN (1913), chez *Calliephialtes messor* GRAV., HOLLOWAY (1934) chez *Macrocentrus ancyliivorus* ROH., BRADLEY & BURGESS (1934) chez *Cremastus flavoorbitalis* CAM., SIMMONDS (1947) chez *Aenoplex carpocapsae* CUSH., etc. Les parasites récoltés dans la nature et introduits au laboratoire ont un sexe ratio élevé, qui décroît plus ou moins rapidement au cours des générations suivantes. Ce phénomène, sans rapport direct avec la réponse de la femelle à la taille de l'hôte, n'est pas encore complètement éclairci : il peut avoir plusieurs causes, dont la principale serait la stérilisation des mâles dans les conditions de laboratoire. *Les accouplements apparemment normaux sont infructueux* (SIMMONDS 1947). Nous avons vu (chapitre 9), que les mêmes phénomènes se produisent chez les *Pimplinae*.

Si les femelles capturées dans la nature pondent souvent, même dans de petits hôtes, un fort pourcentage d'œufs fécondés diploïdes, les femelles écloses et accouplées au laboratoire produisent également, quoique dans une moindre proportion, un certain pourcentage de descendants femelles lorsqu'on leur présente exclusivement des chrysalides de petite taille. Ce phénomène n'avait pas échappé à CHEWYREUV en 1913.

La femelle de *P. turionellae* L. n<sup>o</sup> 13, éclore au laboratoire, qui pondit exclusivement dans des nymphes de *Tenebrio* (hôte de « petite » taille), produisit 9 descendants mâles et une seule femelle. La femelle n<sup>o</sup> 135 (même espèce, tableau 2), éclore le 8 mai, pondit du 17 mai au 6 juillet 1954, elle aussi exclusivement dans des nymphes de *Tenebrio*. Elle produisit 44 descendants dont 7 seulement étaient du sexe femelle. Voyez également la ponte de la femelle n<sup>o</sup> 193 (tableau 3) qui pondit dans des conditions analogues.

Or, les femelles capturées dans la nature et introduites au réfrigérateur à 4 °C durant deux mois environ, produisent, tout comme celles écloses et accouplées au laboratoire, un pourcentage accru de descendants mâles dans les petits hôtes : quelque 50 à 70 % de mâles sont issus notamment des femelles de *P. contemplator* MÜLL. n<sup>o</sup> 313,



TABLEAU 2

Ponte de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 135 (obtenue le 8 V de *Tenebrio*, accouplée à 1 ♂), dans nymphes de *Tenebrio* isolées.

Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Nbre de papiers enveloppant l'hôte	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte	Numéro de la ponte	Nbre de papiers enveloppant l'hôte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu
17 V	1	1	larve morte	21 VI	37	1	larve morte
19 V	2	3	<i>id.</i>	21 VI	38	1	♂
27 V	3	1	♂	21 VI	39	1	♀
27 V	4	3	....	22 VI	40	3	larve morte
2 VI	5	3	♂	22 VI	41	3	♂
2 VI	6	1	larve morte	23 VI	42	1	larve morte
2 VI	7	3	♂	23 VI	43	1	....
3 VI	8	3	♂	24 VI	44	3	♀
3 VI	9	1	♂	24 VI	45	3	♀
3 VI	10	3	♂	24 VI	46	3	♂
4 VI	11	1	♂	26 VI	47	1	♂
5 VI	12	3	♂	26 VI	48	1	larve morte
5 VI	13	1	....	26 VI	49	1	♂
7 VI	14	3	♂	28 VI	50	3	♂
8 VI	15	3	♂	28 VI	51	3	♂
8 VI	16	1	♂	28 VI	52	3	....
10 VI	17	3	larve morte	29 VI	53	1	♂
10 VI	18	3	♂	29 VI	54	1	♀
11 VI	19	1	♂	30 VI	55	1	♂
11 VI	20	1	♂	30 VI	56	3	♂ <i>et</i> larve morte
11 VI	21	1	....	1 VII	57	3	♀
12 VI	22	3	♂	1 VII	58	1	....
12 VI	23	3	♂	2 VII	59	1	♂
15 VI	24	1	♂	2 VII	60	1	♂
15 VI	25	1	....	2 VII	61	1	larve morte
15 VI	26	1	♂	3 VII	62	4	♀
16 VI	27	3	....	3 VII	63	3	♂
16 VI	28	3	♂	3 VII	64	3	♂
16 VI	29	3	♂	5 VII	65	1	....
16 VI	30	3	....	5 VII	66	1	♂
17 VI	31	1	larve morte	5 VII	67	1	....
19 VI	32	1	♂	6 VII	68	3	....
19 VI	33	1	♂	28 VII	Mort de la ♀ n° 135		
19 VI	34	3	....				
19 VI	35	3	....				
19 VI	36	3	♂				

*Itopectis alternans* GRAV. n° 304, etc. qui pondirent dans des *Ephestia* de taille moyenne (8 mm environ). Cette observation est à rapprocher de celle de SANSON (1878), d'après laquelle une reine d'Abeille fécondée, gelée, puis « ramenée à la vie », ne pond plus désormais que des œufs mâles. Les observations en question sont également en accord avec celles de MOURSI (1946) qui mit en évidence des phénomènes du même ordre chez *Mormoniella vitripennis* WLK.

Lorsque des œufs femelles sont pondus dans de petits hôtes, ils peuvent être distribués assez régulièrement durant toute la ponte. Tel fut le cas des femelles n<sup>os</sup> 83 (*P. turionellae* L.), 192 et 210 (*I. t. europeator* AUB., tableau 9), qui déposèrent régulièrement, jusqu'à leur mort, des œufs mâles ou femelles dans de petites chrysalides.

Toutefois, dans la plupart des pontes, les œufs diploïdes sont déposés dans les petits hôtes durant certaines périodes, en certains « endroits » de la ponte, comme les tableaux ci-joints le mettent en évidence.

En effet, chez quelques femelles de *Pimplinae*, j'ai constaté un pourcentage très élevé de descendants femelles dans de petits hôtes tout au début de la ponte. Tel fut le cas des femelles n<sup>os</sup> 32, 36, 50, 63 (*P. turionellae* L.) et 312 (*P. contemplator* MÜLL., tableau 4), qui avaient séjourné durant plusieurs mois au réfrigérateur avant de pondre. Par contre, les femelles n<sup>os</sup> 62, 83, 85, 117 et 135 (*P. turionellae* L., tableaux 2 et 7), qui n'avaient pas séjourné au réfrigérateur, ne présentèrent pas cette particularité. J'aurais peut-être attribué le phénomène observé chez les femelles n<sup>os</sup> 32, 36, 50 et 63 au long séjour à basse température suivi d'un choc thermique, si deux femelles d'*Itopectis t. europeator* AUB. (n<sup>os</sup> 196 et 208, tableau 16) n'avaient à leur tour pondu un « excès » d'œufs fécondés au début de leur ponte, ni l'une ni l'autre n'ayant séjourné au réfrigérateur.

La première (femelle n<sup>o</sup> 196) produisit seulement deux descendants femelles, 3 jours après le début de la ponte. Ces deux femelles furent suivies de 28 mâles qui se succédèrent sans qu'aucune nouvelle femelle apparût. Cette répartition des sexes tout à fait exceptionnelle est sans doute le résultat de phénomènes « anormaux », d'ordre interne, que nous ne pouvons pas encore expliquer.

Dans la majorité des cas, la période durant laquelle des œufs diploïdes sont déposés en grand nombre dans les petites chrysalides se situe dans la seconde moitié de la ponte : tel fut notamment le cas des femelles n<sup>os</sup> 85, 117, 135, 199 (*P. turionellae* L., tableaux 2, 7 et 8), 171 (*P. instigator* F.), 193 (*Itopectis t. europeator* AUB., tableau 3). Plusieurs des femelles énumérées ci-dessus ont pondu dans des circonstances particulières, dont nous reparlerons plus loin (chapitre 21). Quoi qu'il en soit, l'existence d'une « période » durant laquelle des œufs diploïdes furent soudain déposés dans de petits hôtes apparaît clairement dans les pontes de ces femelles, et je puis déjà les mentionner dans le présent chapitre.

Un fait intéressant est que dans toutes les pontes énumérées ci-dessus (excepté celle de la femelle n<sup>o</sup> 135, tableau 2), la période en question fut suivie d'une autre plus ou moins longue durant laquelle les descendants furent exclusivement mâles jusqu'à la fin de la ponte ! (voyez aussi les tableaux 3 et 11). Un phénomène analogue s'observe chez les Abeilles (reines bourdonneuses, cf. p. 127 et p. 145).

TABLEAU 3

Ponte de l'*Itoplectis europeator* AUB. n° 193 (obtenue le 27 X de *Tenebrio* accouplée à 1 ♂) dans chrysalides d'*Ephestia* isolées. La ponte 13 a exceptionnellement été effectuée dans un paquet de 9 *Ephestia* entassées.

Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu	Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu
1 XI	1	♂	25 XI	34	♂
2 XI	2	larve morte	25 XI	35	♀
3 XI	3	<i>id.</i>	26 XI	36	♂
3 XI	4	♂	27 XI	37	♀
4 XI	5	....	27 XI	38	♀
5 XI	6	larve morte	29 XI	39	♀
5 XI	7	<i>id.</i>	30 XI	40	♂
8 XI	8	♂	1 XII	41	♂
8 XI	9	♂	1 XII	42	♂
8 XI	10	♂	2 XII	43	♂
9 XI	11	♂	2 XII	44	♂
9 XI	12	♂	3 XII	45	♂
9 XI	13	♀	3 XII	46	♂
10 XI	14	♀	3 XII	47	larve morte
15 XI	15	♂	4 XII	48	♂
15 XI	16	♂	6 XII	49	♂
15 XI	17	....	6 XII	50	♂
16 XI	18	....	6 XII	51	....
16 XI	19	♂	7 XII	52	♂
16 XI	20	♂	7 XII	53	larve morte
16 XI	21	....	8 XII	54	♂
17 XI	22	....	9 XII	55	....
18 XI	23	....	10 XII	56	♂
19 XI	24	♂	11 XII	57	♂
19 XI	25	....	11 XII	58	♂
19 XI	26	♀	13 XII	59	♂
22 XI	27	larve morte	13 XII	60	....
21 XI	28	♂	14 XII	61	....
23 XI	29	....	15 XII	62	♂
23 XI	30	larve morte	16 XII	63	....
24 XI	31-32	♀	17 XII	64	....
24 XI	33	♂	18 XII	65	....
			20 XII		Mort de la ♀ n° 193

Lorsqu'il existe une période durant laquelle des œufs diploïdes sont distribués dans de petites chrysalides, cette période est souvent de courte durée. Il arrive alors que presque tous les œufs soient subitement fécondés.

Enfin, il arrive que des femelles écloses et accouplées au laboratoire produisent exclusivement des descendants mâles dans les petits hôtes. Ce phénomène qui d'ailleurs peut aussi s'observer lorsque les hôtes sont de grande taille, a déjà été évoqué dans les chapitres 9 et 17 B : la femelle, bien que s'étant accouplée au laboratoire, n'avait pas été fécondée. Dans de telles circonstances, les facteurs externes n'interviennent évidemment plus dans le déterminisme du sexe.

De même, nous constatons que lorsque les femelles de *Pimplines*

pondent soudain en certaines périodes, des œufs diploïdes dans les petites chrysalides, elles ne déterminent plus le sexe de leurs descendants en fonction de la taille de l'hôte.

*Interprétations.* — Étant donné l'impossibilité devant laquelle nous nous trouvons encore, d'étudier avec précision les facteurs d'ordre interne susceptibles de modifier le sexe ratio chez les *Pimplinae*, je ne puis suggérer ici que quelques hypothèses pour expliquer les phénomènes mis en évidence dans les pages qui précèdent :

Les recherches effectuées ont démontré que les femelles capturées dans la nature, où elles sont fécondées dans les meilleures conditions, donnent souvent au laboratoire un fort pourcentage de descendants femelles. On peut donc supposer qu'elles ont reçu une plus grande quantité de spermatozoïdes que les individus fécondés au laboratoire par des mâles souvent plus ou moins stériles. Toutefois, dans la nature, on observe parfois un pourcentage apparemment très élevé de mâles, notamment en été chez *P. contemplator* MÜLL.

Si les femelles avaient tendance à féconder leurs œufs dans la nature avec autant d'assiduité que lorsqu'elles sont introduites au laboratoire, ne devrait-on pas observer un moindre pourcentage de mâles dans la nature? Un fait me semble acquis : les femelles reçoivent dans la nature une quantité importante de spermatozoïdes. Le transfert au laboratoire accompagné de profondes modifications du milieu (nourriture, éclairage, température et humidité) induirait-il les femelles de *Pimplines* à féconder leurs œufs de façon plus active que dans la nature?

D'autre part, nous savons que lorsqu'une femelle éclore au laboratoire, par exemple la femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 135, pond exclusivement dans des hôtes de petite taille pendant toute sa vie, elle féconde pourtant une partie de ses œufs au bout d'un certain temps. Tout se passe comme si la femelle n° 135, n'ayant pu distribuer plus tôt les spermatozoïdes mis en réserve, les utilisait soudain, et se mettait à féconder à partir d'un certain âge, même les œufs introduits dans de petits hôtes.

Les mêmes observations sont valables pour toutes les femelles qui, durant la seconde moitié de leur ponte, se mettent à féconder pendant une brève période, les œufs qu'elles déposent dans de petites chrysalides (femelles n°s 85, 117, 171, 193, 199). Tout se passe comme s'il y avait soudain écoulement des spermatozoïdes, d'autant plus que cette période éphémère de la ponte est suivie d'une autre durant laquelle les derniers œufs pondus sont tous du sexe mâle.

L'irrégularité et le caractère facultatif de cette période au cours de laquelle les œufs sont brusquement fécondés, m'engagent à admettre qu'il pourrait s'agir d'un phénomène « anormal » : si le muscle compresseur du canal séminal est contracté chez les Hyménoptères supérieurs



lorsque la « pompe à sperme » est en position de repos, comme le suggère ADAM (1913, *cf.* chapitre 11), on peut supposer que chez certaines femelles, le relâchement de ce muscle entraîne, à un certain âge, la fécondation des œufs par suite de l'écoulement anormal des spermatozoïdes. GROBBEN, MARCHAL (1896), etc. ont déjà attribué au mauvais fonctionnement du réceptacle séminal, certains aspects insolites du déterminisme du sexe chez l'Abeille et chez les Guêpes.

On pourrait également se demander si l'apparition d'une période durant laquelle les œufs sont brusquement fécondés, ne résulterait pas d'une altération de la réponse aux stimuli du milieu extérieur chez les femelles âgées (*cf.* THORPE et CAUDLE 1938). Je considère qu'il n'est guère encore possible de résoudre un tel problème avec les moyens dont nous disposons.

On sait aussi que les vieilles reines d'Abeille deviennent « bourdonneuses », c'est-à-dire qu'elles ne produisent plus que des œufs mâles non fécondés. Peut-être serait-il judicieux de comparer cette observation faite chez l'Abeille domestique, avec l'existence de la période terminale durant laquelle les femelles de *Pimplines* ne donnent plus que des descendants mâles.

D'après SANSON (1878) et d'autres chercheurs, nous savons que le réceptacle des Abeilles non fécondées ou âgées, est plus ou moins transparent, aspect qui trahit l'absence de spermatozoïdes. Malheureusement, la capsule des *Pimplinae* est plus épaisse et plus petite : elle est invisible à l'œil nu et ne peut pas être examinée avec autant de facilité que chez l'Abeille, elle est souvent déchiquetée ou arrachée sur les coupes sériées, si bien qu'il est difficile d'apprécier avec certitude si elle contient encore ou non, quelques spermatozoïdes de  $12\ \mu$  !

### *Conclusions :*

1. Les élevages poursuivis exclusivement aux dépens de petits hôtes donnent des résultats plus variés que les élevages aux dépens d'hôtes de grande taille : quand la *Pimpline* rencontre seulement de petits hôtes, elle féconde toujours une partie plus ou moins importante de ses œufs.

2. Dans certaines pontes, on peut observer des *périodes* au cours desquelles les petits hôtes reçoivent indistinctement des œufs mâles ou femelles, voire exclusivement des œufs femelles.

Ces périodes peuvent se situer au début de la ponte (notamment chez les femelles qui ont séjourné au réfrigérateur), ou plus tard, le plus souvent dans la deuxième moitié de la ponte. Dans ce dernier cas, nous constatons que, passée cette période, la femelle ne pond plus que des œufs mâles. Ce phénomène n'est pas toujours sans relation avec *l'âge de la femelle pondeuse*.

3. La nature facultative et la position variable de ces périodes permet de supposer que des facteurs « anormaux » d'ordre interne

(peut-être relâchement de la musculature semi-circulaire du canal séminal?) sont à l'origine de tels phénomènes. Le déterminisme du sexe n'est donc pas strictement réglé par des conditions extérieures telles que par exemple, la taille de l'hôte.

Toutes les observations effectuées se complètent et s'accordent pour démontrer que la *quantité de spermatozoïdes actifs* présents dans le corps d'une femelle joue certainement un rôle dans la répartition des sexes chez les descendants. Il n'est malheureusement guère possible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'étudier plus en détail un phénomène d'ordre interne aussi complexe.

Si l'on admet que les résultats hétérogènes obtenus au cours des présentes recherches tiennent à l'importance du facteur quantitatif, quantité de spermatozoïdes reçus, on peut en conclure que les variations de ce facteur quantitatif déterminent des variations qualitatives non proportionnelles de la descendance.

*Conclusions générales.* — En ce qui concerne les relations entre la taille de l'hôte et le sexe de la descendance, les recherches poursuivies au laboratoire ont permis de mettre en évidence les faits suivants :

1. Il existe indubitablement une relation entre la taille de l'hôte et la fécondation ou la non-fécondation de son œuf par la Pimpline. Toutefois, cette relation apparaît plutôt comme un fait statistique, que comme un fait absolu.

2. Chez presque toutes les femelles étudiées, cette relation est en défaut durant certaines *périodes* de la ponte, notamment lorsque les hôtes sont de petite taille. D'accord avec CHEWYREUV, j'ai observé que si la descendance d'une Pimpline peut être constituée exclusivement de femelles dans les hôtes de grande taille, un parasite normalement fécondé ne dépose pas exclusivement des œufs mâles dans les hôtes de petite taille.

3. D'une manière générale, les Pimplines capturées dans la nature donnent au laboratoire une plus forte proportion de descendants femelles que celles qui sont écloses et ont été fécondées dans les élevages. J'attribue cette différence au fait que les conditions dans la nature sont sans doute plus propices à une fécondation normale, que ce n'est le cas au laboratoire. Toutefois, je n'exclus pas que les profondes modifications du milieu, conséquences du transfert de la nature au laboratoire, puissent avoir un retentissement sur le déterminisme du sexe chez les femelles de Pimplines.

4. Un séjour au réfrigérateur, à température constante, semble modifier également la qualité de la descendance : on constate d'une part que les Pimplines ainsi traitées, ont ensuite tendance à déposer des œufs fécondés au début de la ponte même dans de petits hôtes, on observe d'autre part, que le pourcentage total de descendants femelles tend à diminuer.

Donc, si la taille de l'hôte peut déterminer la fécondation ou la non-fécondation de l'œuf chez les *Pimplinae*, d'autres facteurs interviennent également. Plusieurs semblent être d'ordre interne.

La difficulté d'obtenir un « matériel » homogène m'est apparue comme le plus gros obstacle à surmonter pour l'étude expérimentale du déterminisme du sexe chez les parasites étudiés.

### 18. Pontes dans de grands et de petits hôtes alternés

La femelle d'*Itopectis t. europator* AUB. n° 155 capturée à Hyères (Var) le 27 août 1954, pondit alternativement dans des nymphes de *Tenebrio* (hôte de grande taille pour elle), et dans des chrysalides d'*Ephestia* (hôte de petite taille). Sa descendance fut constituée de

TABLEAU 4

Ponte de *Pimpla contemplator* MÜLL. (= *turionellae* auct. nec L.) n° 312 (du bois de Vincennes, le 19 septembre 1955, sortie du réfrigérateur le 22 novembre), dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées. Les *Ephestia* ont été mesurées desséchées. Du 16 décembre au 6 janvier, la ♀ n° 312 a séjourné au réfrigérateur à 4 °C.

Date de la ponte (1955-56)	Numéro de la ponte	Taille de l'hôte en mm	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu	Date de la ponte	Numéro de la ponte	Taille de l'hôte	2 <sup>e</sup> génération : sexe du parasite obtenu
23 XI	1	8,5	♂	7 XII	26	7	♂
23 XI	2	8,5	♂	8 XII	27	8	♂
25 XI	3	10,5	♀	8 XII	28	6,5	♂
25 XI	4	8	♀	8 XII	29	9,5	♀
25 XI	5	10	♀	8 XII	30	8	♂
28 XI	6	7,5	♀	9 XII	31	9,5	♀
28 XI	7	10,5	♀	9 XII	32	7	♂
30 XI	8	7,5	....	9 XII	33	9	♀
30 XI	9	10,5	♀	9 XII	34	7	♂
30 XI	10	7,5	♂	10 XII	35	9	♀
1 XII	11		....	10 XII	36	7	....
1 XII	12	10	♀	10 XII	37	10	♀
2 XII	13	8,5	♀	12 XII	38	9	♀
2 XII	14	10	♀	12 XII	39	10	♀
2 XII	15	7,5	♀	15 XII	40	8	♂
3 XII	16	9	♀	16 XII	41	8	♀
3 XII	17	8	♀	6 I	42		....
5 XII	18	7,5	....	6 I	43		....
5 XII	19	10,5	♀	9 I	44		....
5 XII	20	8,5	♀	10 I	45	8	♂
5 XII	21	9,5	♀	12 I	46	8	♂
7 XII	22	8,5	♂	13 I	47	8,5	♂
7 XII	23	9,5	....	16 I	48	9,5	♂
7 XII	24	8	♂	Mort de la ♀ n° 312			
7 XII	25	9	♀				

19 femelles et de 10 mâles. Or, tous les mâles, sans exception, sortirent des petits hôtes, en l'occurrence des chrysalides d'*Ephestia* (quelques femelles se développèrent aussi dans les chrysalides d'*Ephestia*).

Une autre expérience consiste à offrir au parasite alternativement des hôtes de grande taille et de petite taille, appartenant à une même espèce. J'ai fait cette expérience avec des femelles de *P. contemplator* MÜLL. et d'*I. alternans* GRAV. auxquelles je présentai des chrysalides d'*Ephestia* de 9 mm alternant avec des chrysalides de 7 mm (à défaut de chrysalides ayant exactement la taille requise, j'utilisai quelques rares exemplaires de 8 mm).

La femelle d'*I. alternans* GRAV. n° 298, capturée dans le bois de Vincennes à l'approche de l'hiver, produisit seulement deux descendants femelles et 11 mâles. Or, les deux femelles sont sorties d'*Ephestia* de 9 mm.

La femelle de *P. contemplator* MÜLL. n° 312 (tableau 4), capturée dans le bois de Vincennes le 19 septembre 1955, séjourna deux mois au réfrigérateur, et pondit à partir du 23 novembre dans des chrysalides d'*Ephestia* de 7 à 10 mm. Cette femelle pondit surtout des œufs fécondés durant la première moitié de sa ponte : en effet, 15 femelles et seulement 3 mâles se développèrent dans les premières chrysalides parasitées (23 XI-5 XII). Les 3 mâles sont issus de petites chrysalides. Dans la deuxième moitié de la ponte au contraire, la femelle n° 312 se mit à pondre régulièrement, des œufs fécondés dans les chrysalides les plus grandes, et des œufs non fécondés dans les plus petites...

Contrairement à la femelle n° 312, la femelle de *P. flavicoxis* THS. n° 334, qui pondit dans les mêmes conditions, répondit positivement

TABLEAU 5

Ponte de *Pimpla flavicoxis* THS. n° 334 (obtenue le 14 VI de 6 *Ephestia* alignées, accouplée à 2 ♂), dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées.

Date de la ponte (1956)	Numéro de la ponte	Taille de l'hôte en mm	2° génération : sexe du parasite obtenu	Date de la ponte	Numéro de la ponte	Taille de l'hôte	2° génération : sexe du parasite obtenu
18 VI	1	10	♂	26 VI	14	7	♂
19 VI	2	7	♂	27 VI	15	10	♂
21 VI	3	10	♂	27 VI	16	7	....
21 VI	4	7,5	♂	27 VI	17	10	♀
21 VI	5	9,5	♀	28 VI	18	7	♀
23 VI	6	10	♀	28 VI	19	10	♂
23 VI	7	7,5	♂	28 VI	20	10	♂
23 VI	8	10	....	30 VI	21	8	♀
25 VI	9	9,5	....	30 VI	22	10	♂
25 VI	10	7,5	♂	30 VI	23	7	....
26 VI	11	10	♂	30 VI	24	9,5	....
26 VI	12	7	♂	5 VII			Mort de la ♀ n° 334
26 VI	13	9	♂				



à la taille de l'hôte au début de la ponte (tableau 5) : durant les cinq premiers jours, elle déposa régulièrement des œufs non fécondés mâles dans les trois *Ephestia* de 7 mm, et des œufs fécondés femelles dans les *Ephestia* de 9 à 10 mm qui lui furent présentées. Durant les trois jours qui suivirent, la femelle n° 334 ne pondit plus que des œufs non fécondés dans toutes les chrysalides. Enfin, pendant les quatre derniers jours de la ponte, elle produisit à nouveau un nombre égal de mâles et de femelles, qui, cette fois-ci, furent répartis de façon anarchique, sans relation avec la taille de l'hôte.

*Conclusions.* — De cette série d'expériences, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1. Les diverses *Pimplines* étudiées ont fourni une réponse significative à la taille de l'hôte.

2. Toutefois, chaque ponte présente des « périodes » durant lesquelles les résultats ne sont pas concluants.

3. Ces périodes non significatives n'occupent pas une position fixe dans chaque ponte.

4. Durant ces périodes, les descendants mâles aussi bien que les descendants femelles sont disposés de façon anarchique, c'est-à-dire sans relation avec la taille de l'hôte.

5. Des différences de l'ordre de 25 % dans la taille de l'hôte peuvent être détectées par le parasite, et peuvent provoquer ou inhiber la fécondation de l'œuf.

6. Au cours des expériences qui viennent d'être exposées, j'ai souvent offert au parasite, le même jour, un grand hôte, et immédiatement après un petit, puis un deuxième hôte de grande taille suivi d'un petit. Ces hôtes se sont succédé très rapidement, ce qui n'a pas empêché les œufs fécondés d'être régulièrement et exclusivement distribués dans les hôtes les plus grands à certains moments de la ponte : cette observation tend à infirmer, du moins pour les *Pimplinae*, l'hypothèse formulée par divers auteurs (notamment par FLANDERS, 1956) selon laquelle des spermatozoïdes résiduels, égarés dans l'utérus ou le vagin, pourraient féconder au hasard des œufs destinés à produire normalement des mâles. En réalité, dans les périodes où la femelle répond au stimulus « taille de l'hôte », le fonctionnement psychophysiologique du mécanisme de détermination du sexe n'est pas gêné par l'alternance des hôtes de grande et de petite taille.

## 19. Pontes dans des hôtes de même taille, mais d'espèces différentes

On peut se demander si la répartition des sexes chez les *Pimplines* est toujours la même pour des hôtes de même taille, à quelque espèce que ceux-ci appartiennent.

Je n'ai pas étudié ce problème à fond, et quelques indices seulement me sont apparus lors de l'examen de la ponte de la femelle n° 15; en effet, la femelle d'*Itoplectis alternans* GRAV. n° 15 pondit exclusivement dans des séries de chrysalides d'*Euproctis phaeorrhæa* DON. (de grande taille pour une *Itoplectis* FÖRST.) alternant avec des séries de nymphes de *Tenebrio molitor* L. ayant approximativement la même taille.

La descendance de cette femelle n° 15 se trouva distribuée de la manière suivante : 11 femelles sortirent de chrysalides d'*Euproctis*, tandis que 6 femelles et 7 mâles se développèrent dans des nymphes de *Tenebrio*.

Y eut-il fécondation préférentielle des œufs déposés dans les *Euproctis*? L'odeur de l'hôte doit-elle être ajoutée à la liste des facteurs susceptibles de modifier la répartition des sexes chez les *Pimplinae*? Je ne puis encore l'affirmer. Nous savons seulement que les femelles ont des préférences pour certains hôtes et pour certaines odeurs, phénomène signalé dans le chapitre 13.

## 20. Pontes dans des nymphes entassées alternant avec des nymphes isolées dans l'ordre 6, 1, 6, 1, 6, 1... ou 15, 5, 15, 5... etc.

Dans les chapitres qui suivent, j'ai tenté d'analyser la réponse des Pimplines, non plus à la taille d'un hôte donné, mais à un hôte composite constitué de plusieurs hôtes groupés en une masse unique.

Je présentai donc à des femelles de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.), d'une part des nymphes de *Tenebrio molitor* L. isolées, enveloppées de papier de soie, d'autre part des paquets de six nymphes identiques aux précédentes, enfermées toutes ensemble dans un même papier de soie.

Cette expérience, simple en apparence, fut compliquée par plusieurs facteurs imprévisibles, et donna, outre les résultats escomptés, des résultats apparemment négatifs qui sont autant de voies nouvelles ouvertes à la recherche.

Des nymphes de *Tenebrio* groupées, et des nymphes isolées, dans l'ordre 6, 1, 6, 1, 6, 1, furent offertes notamment aux femelles de *P. turionellae* L. n°s 32, 36 et 88, dont les descendants se trouvèrent répartis de la manière suivante (tableau 6) :

La femelle n° 88 produisit 14 descendants femelles dont 13 sortirent de nymphes de *Tenebrio* groupées par paquets de 6. Une seule femelle, au début de la ponte, se développa dans un *Tenebrio* isolé. La même femelle n° 88 produisit également 20 descendants mâles; or, 12 de ces mâles sortirent de nymphes isolées... tandis que les 8 autres sont issus de nymphes groupées par paquets de 6!

TABLEAU 6

Ponte de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 32 (obtenue de chrysalide de *Pieris brassicae* L., accouplée à 4 ♂, séjourne au réfrigérateur du 1<sup>er</sup> juillet au 24 août). Cette ♀ a pondu dans des nymphes de *Tenebrio* isolées (1) ou entassées (6), et dans des chrysalides de Lépidoptères (E.p. = *Euproctis phaeorrhaea* DON., A.g. = *Abrazas grossulariata* L. et A.u. = *Aglais urticae* L., ces deux dernières étant de grande taille pour le parasite).

Date de la ponte (1953)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
27 VIII	1	1	larve morte	3 X	35	6	nymphe morte
2 IX	2	E.p.	♂				
2 IX	3	E.p.	....	5 X	36	1	larve morte
3 IX	4	1	♀	7 X	37	1	♂
4 IX	5	1	....	8 X	38	1	♂
4 IX	6	1	♂	8-13 X	39-40		....
5 IX	7	1	....	15 X	41	1	♂
5 IX	8	1	larve morte	16 X	42	1	♂
5 IX	9	1	id.	19 X	43	1	♂
7 IX	10	1	♀	20 X	44	6	♂ 2 ♀
7 IX	11	1	....	23 X	45	E.p.	....
7 IX	12	6	♂ ♀	24 X	46	1	larve morte
8 IX	13	1	♂	26 X	47	1	....
9 IX	14	1	♀	27 X	48	1	larve morte
9 IX	15	6	2 ♀	27 X	49	A.u.	....
10 IX	16	6	♂ ♀	28 X	50	A.u.	....
12 IX	17	1	....	29 X	51	1	♂
12 IX	18	6	♀	30 X	52	6	♀
14 IX	19	1	♂	31 X	53	6	♂
14 IX	20	6	♂ ♀	6 XI	54	1	♂
16 IX	21	1	♂	10-16 X	55-57		....
16 IX	22	6	2 ♀	17 XI	58	6	♂
16 IX	23	1	....	18 XI	59	1	prénymphe morte
16 IX	24	1	....				
18 IX	25	6	3 ♀	20 XI	60	1	....
19 IX	26	A.g.	♀	21 XI	61	1	♂
19 IX	27	1	....	23-25 XI	62-64		....
21 IX	28	1	♂	27 XI	65	1	♂
23 IX	29	6	♂ 3 ♀	30 XI	66	6	....
26 IX	30	6	♀	3 XII	67	1	♂
28 IX	31	A.u.	♀	3 XII	68	1	....
30 IX-3X	32-34		....	9 XII		Mort de la ♀ n° 32	

Les descendants des femelles n°s 32 et 36 se trouvèrent répartis de façon analogue (tableau 6). Toutefois, ces deux femelles pondirent un « excès » d'œufs fécondés au début de la ponte, œufs qui donnèrent des descendants femelles dans des nymphes isolées (cf. chapitre 17). Par contre, une semaine environ après le début de la ponte, les femelles n°s 32 et 36 déposèrent régulièrement des œufs non fécondés dans les nymphes de *Tenebrio* isolées, mais dans les nymphes groupées par paquets de 6, des œufs fécondés en grand

nombre, ainsi que plusieurs œufs vierges. Enfin, la ponte de la femelle n° 32 se termina par une période où seuls des œufs mâles furent déposés (cf. chapitre 17).

J'ai tenté une expérience du même ordre avec la femelle de *P. instigator* F. n° 171, à la différence près que j'offris à cette espèce de grande taille, des paquets de 5 à 6 nymphes de *Tenebrio* alternant avec des paquets de 15 à 20 nymphes semblables. Les résultats furent trop sommaires pour être concluants : dans la première partie de sa ponte, la femelle n° 171 déposa deux œufs fécondés dans des paquets de 15 nymphes, mais les paquets de 5 à 6 nymphes produisirent trop peu de parasites pour qu'un phénomène de fécondation différentielle puisse apparaître clairement. La femelle en question passa aux deux tiers de sa vie par une période durant laquelle elle produisit soudain 6 descendants femelles qui sortirent aussi bien des petits que des grands paquets de nymphes (cf. chapitre 17).

Les femelles de *P. instigator* F. n°s 146 et 154, et celle d'*A. compunc-tor* L. n° 149 pondirent dans les mêmes conditions un grand nombre d'œufs mâles; en outre, chacune de ces trois *Pimplinae* produisit un unique descendant femelle. Or, les trois femelles de petite taille ainsi obtenues sortirent toutes les trois de nymphes groupées par paquets de 15 à 22.

Une telle expérience est difficile à réaliser, car elle nécessite l'utilisation d'un nombre considérable de nymphes.

*Conclusions.* — Si l'on ne tient pas compte de la série inhabituelle de femelles qui sortirent de nymphes isolées au début de la ponte, le schéma suivant met approximativement en évidence les phénomènes observés :

6 <i>Tenebrio</i> groupés	$\begin{matrix} \nearrow & 2 & \text{à} & 4\text{♀} \\ \searrow & 0 & \text{à} & 2\text{♂} \end{matrix}$	rapport ♀/♂ = 2/1 = 2
<i>Tenebrio</i> isolés	1♂	rapport ♀/♂ = 0/1 = 0

Les résultats de cette série d'expériences montrent que le parasite répond d'une manière différentielle aux deux sortes d'« hôtes » qui lui sont présentés. Si l'on considère que la « taille » de l'hôte détermine le sexe de l'œuf pondu, on doit admettre que le parasite traite un paquet de nymphes comme un hôte de grande taille. Toutefois, la présence d'une proportion non négligeable de mâles dans les paquets de nymphes indique que l'identité de l'hôte composite avec un hôte de grande taille n'est pas parfaite.



**21. Pontes dans des nymphes groupées et isolées**  
dans l'ordre 6, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1, 1... ou 10, 1, 1, 1, 10, 1, 1, 1, 1... etc.

Pour compléter les expériences précédentes, afin d'égaliser les pontes dans les hôtes composites de grande taille et dans les petits hôtes, j'ai multiplié ces derniers, et offert à des femelles de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), des nymphes groupées et isolées, dans l'ordre 6, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1, 1... Les femelles n<sup>os</sup> 83, 85, 117 et 199 pondirent dans de telles conditions, et leurs descendants se trouvèrent répartis de la manière suivante :

La femelle n<sup>o</sup> 83 produisit 24 descendants mâles distribués aussi

TABLEAU 7

Ponte de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) n<sup>o</sup> 85 (obtenue le 14 XI de chrysalide d'*Abraxas grossulariata* L., accouplée à 1 ♂) dans des nymphes de *Tenebrio* isolées (1) ou groupées (6). Ce tableau a déjà été publié avec plus de détails (AUBERT, 1954).

Date de la ponte (1953-54)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1953-54)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
16XII	1	1	....	14 IV	30	1	....
La ♀ cesse de piquer les chrysalides et hiberne dehors				15 IV	31	6	♂ ♀
13 III	2	1	♂	27 IV	32	1	♂
15 III	3	1	♂	28 IV	33	1	♂
16 III	4	6	2 ♂	29 IV	34	1	....
18 III	5	1	larve morte	30 IV	35	1	....
19 III	6	1	♂	30 IV	36	1	....
19 III	7	1	....	30 IV	37	10	♂
20 III	8	6	2 ♂ ♀	3 V	38	1	♀
23 III	9	1	♂	3 V	39	6	♂
25 III	10	1	♂	4 V	40	1	♂
25 III	11	1	♂	4 V	41	1	....
26 III	12	1	larve morte	5 V	42	1	♀
26 III	13	6	2 ♂ 2 ♀	6 V	42 bis	1	♀
30 III	14	1	♂	6 V	43	6	♂
31 III	15	1	♂	22 V	44	1	♂
31 III	16	1	♂	24 V	45	1	♀
1 IV	17	7	4 ♂	27 V	46	8	....
2 IV	18	1	♂	30 V	47	1	....
3 IV	19	1	♂	2 VI	48	1	....
3 IV	20	1	♂	4 VI	49	8	♂
5 IV	21	1	♂	5 VI	50	1	♂
5 IV	22	1	♀	8 VI	51	1	....
6 IV	23	1	♂	8 VI	52	8	2 ♂ et larve morte
6 IV	24	6	♂	9 VI	53	8	♂
8 IV	25	8	2 ♂ ♀	10 VI	54	1	....
9 IV	26	1	♂	11 VI	55	1	....
10 IV	27	1	....	11 VI	56	8	3 ♂ et larve morte
12 IV	28	1	♂				
13 IV	29	6	3 ♂	27 VI	Mort de la ♀ n <sup>o</sup> 85		

bien dans les paquets de 6 que dans les nymphes isolées. De plus, cette même femelle donna naissance à trois descendants femelles : l'un d'eux sortit d'une grande chrysalide de *Pieris* SCHRK. placée au milieu de la ponte comme contrôle, tandis que les deux autres descendants filles se développèrent chacune dans un paquet de 6 nymphes de *Tenebrio*.

J'ai déjà publié et analysé en 1954 la ponte de la femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 85. Je rappelle qu'au début de sa vie, cette femelle produisit 6 descendants femelles, dont 5 sortirent de nymphes de *Tenebrio* groupées par paquets de 6 (tableau 7). Aux deux tiers de sa vie, elle présenta une période durant laquelle des œufs fécondés, qui donnèrent 4 descendants femelles, furent pondus dans des nymphes isolées. Enfin, on observe dans cette ponte une troisième période au cours de laquelle seuls des œufs mâles non fécondés furent pondus (cf. chapitre 17).

Les descendants des femelles n°s 117 et 199 (tableau 8) se trou-

TABLEAU 8

Ponte de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 199 (obtenue le 25 III d'un paquet de 8 *Tenebrio*, accouplée à 2 ♂), dans des nymphes de *Tenebrio* isolées (1) ou entassées (6). Le 9 décembre, j'ai coupé les antennes de la ♀ n° 199 à la hauteur des 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> articles du funicule.

Date de la ponte (1954-55)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1954-55)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
17-23 XI	1-5	1	....	15 XII	29	1	♂
23 XI	6	6	♂ ♀	15 XII	30	7	2 ♀
25 XI	7	1	....	17 XII	31	1	♀
25 XI	8	1	♂	18 XII	32	1	♂
26 XI	9	1	♂	18 XII	33	1	larve morte
26 XI	10	6	2 ♂ ♀	20 XII	34	1	♀
30 XI	11	1	♂	20 XII	35	6	♀
1 XII	12	1	♀	21 XII	36	1	larve morte
2 XII	13	1	♂	21 XII	37	1	♀
2 XII	14	1	....	23 XII	38	1	♀
3 XII	15	8	♂	23 XII	39	6	♂
6 XII	16	1	♂	4 I	40	1	♂
6 XII	17	1	♂	4 I	41	1	....
6 XII	18	1	....	5 I	42	1	♂
7 XII	19	1	♂	5-8 I	43-46		....
7 XII	20	6	♂ ♀	10 I	47	1	♂
9 XII	21	1	♂	10 I	48	8	2 ♂
10 XII	22	1	♀	11 I	49	1	larve morte
10 XII	23	1	♂	12 I	50	1	id.
11 XII	24	1	♂	12 I	51	1	id.
11 XII	25	1	♂	14 I	52	1	♂
11 XII	26	1	♂	17 I	53	1	....
13 XII	27	1	♀	18 I	54	1	larve morte
13 XII	28	1	....	24 I			Mort de la ♀ n° 199

vèrent répartis exactement de la même manière. Les pontes de ces 2 femelles présentèrent également une seconde, puis une troisième période (voir aussi chapitre 22, ponte de la femelle n° 73 et tableau 11).

J'ai répété cette même expérience avec la femelle d'*Apechthis resinator* THNBG. n° 169. On sait que cette espèce a la même taille moyenne que *P. turionellae* L., mais on sait aussi que, contrairement à cette dernière, *A. resinator* THNBG. évolue mal dans les nymphes de *Tenebrio*, hôte défavorable pour elle (cf. chapitre 7) : en effet, sur 41 pontes de la femelle n° 169, 15 produisirent des larves qui moururent avant de se métamorphoser. Les seuls descendants adultes que j'ai obtenus, furent 4 femelles issues de nymphes groupées par paquets de 6 (dont 3 en fin de ponte), et 5 mâles dont 4 sortirent de *Tenebrio* isolés. Le pourcentage considérable de mortalité dans la ponte de la femelle

TABLEAU 9

Ponte de l'*Itoplectis europeator* AUB. n° 192 (obtenue le 27 X de *Tenebrio*, accouplée à 1♂) dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées (1) ou entassées (10).

Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
1 XI	1	1	....	26 XI	31	1	♂
1 XI	2	1	....	29 XI	32	1	♂
2 XI	3	1	....	30 XI	33	1	....
2 XI	4	1	....	30 XI	34	1	....
3 XI	5	1	larve morte	1 XII	35	1	....
3 XI	6	1	....	1 XII	36	1	♂
4 XI	7	1	♂	1 XII	37	10	2 ♂
4 XI	8	10	♂ 2 ♀	2 XII	38	1	....
6 XI	9	1	....	2 XII	39	1	♂
6 XI	10	1	....	3 XII	40	1	♂
8 XI	11	1	♂	4 XII	41	10	♀
9 XI	12	1	....	6 XII	42	1	....
9 XI	13	9	♂ 2 ♀	6 XII	43	1	♂
10 XI	14	1	♀	7 XII	44	1	♂
13 XI	15	1	♂	7 XII	45	10	4 ♂
13 XI	16	1	♂	8 XII	46	1	♂
15 XI	17	1	♂	8 XII	47	1	....
15 XI	18	10	3 ♂	8 XII	48	1	♂
16 XI	19	1	♂	9 XII	49	1	♂
16 XI	20	1	♂	9 XII	50	10	3 ♂
17 XI	21	1	♂	11 XII	51	1	♂
17 XI	22	10	3 ♂	13 XII	52	1	....
18 XI	23	1	....	13 XII	53	1	....
18 XI	24	1	♂	13 XII	54	1	♂
19 XI	25	1	....	13 XII	55	10	3 ♂ ♀
20 XI	26	10	4 ♂	15 XII	56	1	....
23 XI	27	1	♂	16 XII	57	1	♂
23 XI	28	1	♂	16 XII	58	1	♂
24 XI	29	1	♀	20 XII	Mort de la ♀ n° 192		
24 XI	30	10	2 ♂				

n° 169 ne permet qu'une conclusion très prudente : les quelques descendants de cette femelle paraissent avoir été distribués comme les *P. turionellae* L. étudiées ci-dessus.

Enfin, les mêmes expériences ont été effectuées avec des femelles de *P. contemplator* MÜLL. et d'*Itoplectis* FÖRST. qui pondirent alternativement dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées (enveloppées de papier) et dans des chrysalides semblables groupées par paquets de 10 dans un même papier : les femelles de *P. contemplator* MÜLL. n° 309 318, d'*I. maculator* F. n°s 105, 118, d'*I. alternans* GRAV. n° 120, d'*I. t. europeator* AUB. n° 192, pondirent dans des chrysalides entassées et isolées dans l'ordre 10, 1, 1, 1, 10, 1, 1, 1, 1...

Les résultats furent encore plus difficiles à obtenir que dans les cas précédents, car les petites espèces de *Pimpla* F. et d'*Itoplectis* FÖRST. eurent souvent une vie de courte durée. Parfois aussi, de trop nombreuses chrysalides isolées ne donnèrent aucun parasite, de sorte que la comparaison avec le sexe ratio des individus issus des paquets de 10 devenait impossible. J'ai cependant relevé sur les tableaux 9 et 10, les pontes des femelles n°s 192, (309) et 120 où les descendants furent répartis de la manière suivante :

La femelle d'*I. t. europeator* AUB. n° 192 produisit un grand nombre de descendants mâles, et 8 descendants femelles dont 6 se trouvèrent placés dans les chrysalides groupées par paquets de 10.

Dans la ponte de la femelle de *P. contemplator* MÜLL. n° 309, 6 sur 9 des descendants femelles sortirent également de paquets de 10 *Ephestia*.

TABLEAU 10

Ponte de l'*Itoplectis alternans* GRAV. n° 120 (obtenue le 3 III de *Tenebrio*, accouplée à 1 ♂), dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées (1) ou entassées (10).

Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2° génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2° génération : sexe des parasites obtenus
19 III	1	1	larve morte	5 IV	12	10	♂ 2 ♀
20 III	2	1	♂	6 IV	13	1	....
22 III	3	1	♂	8 IV	14	1	....
23 III	4	10	3 ♂ ♀	9 IV	15	1	.... ♀
26 III	4 bis	1	♂	10 IV	16	1	.... ♀
27 III	5	1	♀	10 IV	17	1	....
29 III	6	1	larve morte	12 IV	18	11	♂ 2 ♀
30 III	7	10	♂ 2 ♀	15 IV	19	1	....
31 III	8	1	♂	15 IV	20	1	.... ♀
1 IV	9	1	♂	15 IV	21	1	....
2 IV	10	1	larve morte	Mort accidentelle de la ♀ n° 120			
3 IV	11	10	♀				



Enfin, le tableau n° 10 représente la ponte de la femelle d'*I. alternans* GRAV. n° 120, ponte qui me semble être exactement du même type que les pontes des femelles de *P. turionellae* L. n°s 85, 117 et 199 dans des nymphes de *Tenebrio* (tableaux 7 et 8). En effet, la femelle d'*I. alternans* GRAV. n° 120 produisit 4 descendants femelles au début de la ponte dont trois sortirent d'*Ephestia* groupées. Puis elle présenta une seconde période durant laquelle des œufs fécondés furent soudain pondus en masse dans tous les hôtes. J'ai malheureusement interrompu involontairement la ponte de cette femelle le 15 avril 1954, de sorte que j'ignore si elle aurait présenté une troisième période (œufs non fécondés mâles) comme ce fut le cas chez les femelles précédentes.

### Conclusions.

1. La multiplication des chrysalides ou des nymphes isolées offertes aux parasites entre les hôtes groupés par paquets de 6 ou 10, a confirmé les résultats de la précédente série d'expériences : lorsque les *Pimplinae* produisent un faible pourcentage de descendants femelles, ceux-ci sont distribués « de préférence » dans les paquets de 6, du moins au début de la ponte; ultérieurement, la plupart des femelles étudiées passèrent par une seconde période durant laquelle elles produisirent soudain un grand nombre de descendants femelles, même dans les nymphes isolées. Cette deuxième période fut suivie d'une troisième au cours de laquelle des œufs non fécondés furent pondus jusqu'à la mort de l'insecte. On peut donc représenter sommairement les résultats de cette expérience, par le schéma suivant :

1<sup>re</sup> période : 6 *Tenebrio* groupés  $\begin{matrix} \nearrow 0 \text{ à } 2 \text{ } \varphi \\ \searrow 0 \text{ à } 2 \text{ } \sigma \end{matrix}$ ; rapport  $\varphi/\sigma = 2/2 = 1$

*Tenebrio* isolés  $\longrightarrow 1 \text{ } \sigma$  rapport  $\varphi/\sigma = 0/1 = 0$

2<sup>e</sup> période : descendants  $\varphi$  dans n'importe quel hôte.

3<sup>e</sup> période : seulement des descendants  $\sigma$ .

2. L'existence d'une seconde période durant laquelle les femelles n°s 85, 117, 120 et 199 produisirent soudain de nombreux descendants femelles est peut-être une conséquence de la rétention des spermatozoïdes pendant la période initiale de la ponte.

3. Dans la première expérience, le sexe ratio des descendants fut de 10 : 48 pour la femelle n° 85, de 10 : 33 pour la femelle n° 117, de 13 : 22 pour la femelle n° 199. Il fut donc inférieur à celui des expériences décrites dans le chapitre précédent (chapitre 20). Je pense que cette baisse du sexe ratio est due au nombre plus élevé d'hôtes isolés offerts aux parasites entre les paquets de 6 nymphes.

Les valeurs du sexe ratio relevées ci-dessus doivent être interprétées avec prudence il est vrai, car elles sont sujettes à des variations importantes. Il est certain que l'impossibilité dans laquelle nous nous trouvons d'apprécier certains facteurs, tels que par exemple l'impor-

tance du stock de spermatozoïdes actifs emmagasinés par la femelle, rend délicate l'interprétation des chiffres du sexe ratio.

Quoi qu'il en soit, les résultats de cette nouvelle série d'expériences paraissent significatifs.

## 22. Pontes dans une série d'hôtes isolés suivie d'une série d'hôtes groupés

Quelle serait la répartition des sexes dans la descendance d'une femelle de *Pimpline* disposant de séries d'hôtes isolés alternant avec des séries d'hôtes groupés?

J'ai effectué cette expérience avec plusieurs femelles d'*Itoplectis* FÖRST. et de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) Il convenait d'offrir tout d'abord aux femelles en question une série d'hôtes isolés, avant de leur présenter exclusivement des hôtes de même taille groupés dans un papier; une brusque modification de la répartition des sexes avait quelque chance d'apparaître dès le moment où la femelle parasite se trouverait placée exclusivement en face d'hôtes groupés.

Le tableau 11 met en évidence les résultats obtenus avec la femelle de *P. turionellae* L. n° 73 qui pondit dans des nymphes de *Tenebrio* disposées comme je viens de l'expliquer : au début de la ponte, lorsqu'elle déposa ses œufs dans des nymphes isolées, la femelle n° 73 produisit 6 descendants mâles et 1 femelle. Le sexe ratio fut alors de 1 : 6. Lorsque cette même femelle n° 73 commença de pondre dans des nymphes de *Tenebrio* groupées par paquets de 6, 8 ou 9, elle donna soudain naissance à de nombreuses femelles, de sorte que le sexe ratio fut modifié au point d'atteindre la valeur 31 : 48.

Sept semaines plus tard, j'offris à nouveau à la femelle n° 73 une série de nymphes isolées. Or, contre toute attente, le sexe ratio ne fut pas modifié une seconde fois, la femelle n° 73 ayant continué de pondre dans les nymphes isolées une forte proportion d'œufs fécondés, tout comme dans les nymphes groupées !

La femelle n° 73 se comporta alors comme les femelles n°s 85, 117, 199, etc. au moment où elles entrèrent dans cette deuxième période durant laquelle la composition de la descendance n'est plus en relation avec la taille de l'hôte (cf. chapitre 17-21).

En ce qui concerne la femelle n° 73, il est possible que la distribution anarchique de la descendance dans les petits hôtes soit résultée de la présentation continue d'hôtes groupés durant les 7 semaines précédentes, toutefois, il ne saurait être question de « tétanisation » de la musculature du canal séminal (cf. FLANDERS 1956), puisque non seulement des femelles, mais aussi des mâles se sont développés dans les nymphes groupées.

Comme chez les femelles n°s 85, 117, 199..., la ponte de la femelle

TABLEAU 11

Ponte de *Pimpla turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 73 (obtenue le 31 VIII d'*Abraxas grossulariata* L., accouplée à 3 ♂), dans des nymphes de *Tenebrio* isolées (1) ou entassées (6, 8).

Date de la ponte (1953-54)	Numéro d'ordre de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1953-54)	Numéro d'ordre de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
20 XI	1	1	....	29 VI	43	1	....
23 XI	2	1	♂	30 VI	44	1	♀
27 XI	3	1	♂ ♀	30 VI	45	1	♂
30 XI	4	1	♂	30 VI	46	1	♀
	La ♀ cesse de pondre et hiberne dehors			30 VI	47	1	♂
30 IV	5	1	♂	1 VII	48	1	♀
1 V	6	1	♂	2 VII	49	1	larve morte
3 V	7	1	♂	2 VII	50	8	3 ♂ ♀
4 V	8	1	♂	3 VII	51	8	2 ♂ 2 ♀
5 V	9	7	2 ♂				prénympe morte
7 V	10	6	♂ ♀	5 VII	52	8	5 ♂
10 V	11	6	2 ♂ ♀	6 VII	53	8	3 ♂ ♀
11 V	12	6	♂ 3 ♀	7 VII	54	8	3 ♂
13 V	13	6	♂ ♀				larve morte
15 V	14	6	2 ♂	8 VII	55	9	3 ♂
18 V	15	8	3 ♂ ♀	9 VII	56	8	4 ♂
19 V	16	8	3 ♂ ♀				larve morte
20 V	17	8	2 ♀	10 VII	57	9	2 ♂
			2 larves mortes				larve morte
21 V	18	8	2 ♂ ♀	12 VII	58	8	2 ♂
22 V	19	8	♂ ♀				2 larves mortes
24 V	20	8	3 ♂ ♀	13 VII	59	8	3 ♂
26 V	21	8	♂ 2 ♀	15 VII	60	8	♂
27 V	22	8	2 ♂ ♀				larve morte
			nympe morte	16 VII	61	8	♂
28 V	23	8	2 ♂ ♀	17 VII	62	8	3 ♂
30 V	24	8	2 ♂ ♀	19 VII	63	8	♂
1 VI	25	8	♂ 2 ♀	20 VII	64	8	2 ♂
2 VI	26	8	2 ♂ ♀				larve morte
			larve morte	21 VII	65	1	....
5 VI	27	8	2 ♂ ♀	21 VII	66	1	larve morte
8 VI	28	8	2 ♂ 2 ♀	21 VII	67	1	....
9 VI	29	8	♀	22 VII	68	1	♂
12 VI	30	8	2 ♂	22 VII	69	1	♂
15 VI	31	8	♂ 2 ♀	23 VII	70	1	....
17 VI	32	9	2 ♂	23 VII	71	1	♂
21 VI	33	8	♂ ♀	23 VII	72	1	♂
			2 larves mortes	24 VII	73	1	♂
22 VI	34	8	2 ♂ ♀	24 VII	74	1	♂
23 VI	35	8	2 ♂	24 VII	75	1	....
24 VI	36	8	♂ 2 ♀	26 VII	76	1	♂
26 VI	37	8	2 ♂	28 VII	77	8	....
28 VI	38	1	♀	29 VII	78	8	2 ♂
28 VI	39	1	♂				larve morte
28 VI	40	1	♀	30 VII	79	8	♂
29 VI	41	1	♂	31 VII	80	8	larve morte
29 VI	42	1	♂	2 VIII	81	8	....

La ♀ n° 73 meurt au réfrigérateur

n° 73 se termine par une troisième période durant laquelle seuls des œufs mâles non fécondés furent pondus. Or, si la deuxième période supposée de la femelle n° 73 fut précoce, la troisième le fut également, au point qu'avant de mourir, la femelle n° 73 pondit durant un mois, exclusivement des œufs mâles, aussi bien dans des nymphes groupées que dans des nymphes isolées (tableau 11). Je pense que l'apparition de nombreux mâles dans la période finale de la ponte est en relation

TABLEAU 12

Ponte de l'*Itoplectis europeator* AUB. n° 217 (obtenue le 31 I d'*Ephestia*, accouplée à 2 ♂), dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées (1) ou entassées (10).

Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
8 II	1	1	♀	24 II	22	1	♂
8 II	2	1	....	25 II	23	10	♂ ♀
9 II	3	1	....	26 II	24	10	2 ♀
9 II	4	1	....	28 II	25	10	♂ 2 ♀
11 II	5	1	♀	1 III	26	10	2 ♀
11 II	6	1	♀	2 III	27	10	2 ♂ ♀
12 II	7	1	♂	3 III	28	10	larve morte
13 II	8	1	♀	4 III	29	10	♀
14 II	9	1	♂				prénymph morte
15 II	10	1	....	5 III	30	11	♂ ♀
16 II	11	1	....				larve morte
17 II	12	1	♂	7 III	31	10	♂ ♀
17 II	13	1	♂				larve morte
18 II	14	1	larve morte	8 III	32	10	♂ ♀
18 II	15	1	♀	9 III	33	10	♂
19 II	16	1	♂	10 III	34	11	2 ♂ ♀
21 II	17	1	♂	11 III	35	10	♂
21 II	18	1	♂	12 III	36	11	2 ♂ ♀
23 II	19	1	♂	14 III	37	11	....
23 II	20	1	♂	15 III	38	10	♂
24 II	21	1	♀	19 III			Mort de la ♀ n° 217

avec une carence de spermatozoïdes (épuisement du stock emmagasiné dans la spermathèque?) Durant cette période, la taille de l'hôte n'intervient plus, cela se conçoit, dans la détermination du sexe de la descendance.

J'ai répété cette expérience avec des femelles d'*Itoplectis* FÖRST. qui pondirent successivement dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées puis dans une série d'*Ephestia* groupées. Le tableau 12 montre quelle fut la répartition des sexes chez les descendants de la femelle d'*I. t. europeator* AUB. n° 217 : durant 16 jours, cette ♀ pondit dans des chrysalides isolées qui produisirent des *Pimplinae* en majeure partie mâles (sexe ratio 6 : 10). Par contre, dès que la femelle n° 217 fut mise en



présence de chrysalides groupées, des œufs femelles y furent déposés en masse, de sorte que le sexe ratio atteignit la valeur inverse de 12 : 8 ! Enfin, comme les précédentes, cette femelle produisit de nombreux mâles à la fin de sa vie, même dans les paquets de 10 *Ephestia*, si bien que le sexe ratio redescendit à la valeur de 2 : 7.

Enfin, le tableau 13 représente une variante de l'expérience précédente : il s'agit de la ponte de la femelle d'*I. alternans* GRAV. n° 112 à qui j'ai présenté au contraire, une série d'hôtes de grande taille (*Tenebrio*) au début de la ponte. Ces grands hôtes produisirent

TABLEAU 13

Ponte de l'*Itopectis alternans* GRAV. n° 112 (obtenue le 13 II de *Tenebrio*, accouplée à 1 ♂) dans des nymphes de *Tenebrio* (T) et chrysalides d'*Ephestia* isolées (1) ou entassées (10).

Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1954)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
19 II	1	T	♂	5 III	12	T	....
19 II	2	T	....	6 III	13	T	♀
20 II	3	T	larve morte	8 III	14	1	♂
22 II	4	T	♀	10 III	15	1	♂
23 II	5	T	♂	11 III	16	10	♀
24 II	6	T	♀	11 III	17	T	....
25 II	7	T	♀	12 III	18	1	♂
26 II	8	T	hyperparasitée avec <i>Gelis</i>	13 III	19	1	♀
				15 III	20	10	♂, ♀
				16 III	21	1	....
27 II	9	T	♀	16 III	22	1	....
3 III	10	T	♀	19 III	Mort de la ♀ n° 112		
4 III	11	T	♀				

7 *Itopectis* femelles et 2 mâles. Puis la femelle n° 112 pondit dans de petits hôtes (*Ephestia*) groupés et isolés. Les sexes des descendants furent alors répartis comme au début de la ponte chez les femelles n°s 83, 85, 117, 120, 192, 199, 309... En effet, 3 mâles et 1 femelle sortirent d'*Ephestia* isolées (sexe ratio 1 : 3), et 2 femelles, 1 mâle, d'*Ephestia* groupées (sexe ratio inverse 2 : 1).

*Conclusions.* — Dans l'ensemble, ces expériences sont en accord avec celles qui précèdent, et également avec les expériences consistant à présenter au parasite des hôtes de grande taille et de petits hôtes isolés, c'est-à-dire que la Pimpline traite les paquets de nymphes comme des hôtes de grande taille. *Toutefois*, la réponse du parasite à l'hôte-piège est beaucoup moins significative que la réponse à un hôte de grande taille isolé. On doit donc admettre que l'hôte-piège ne représente qu'*imparfaitement* un gros hôte. J'ignore les raisons

d'une telle différence de comportement. Pour élucider ce problème, il faudrait entreprendre une série de recherches plus poussées, recherches qui dépassent les limites de mes investigations; dans le présent travail, je me suis borné à « débroussailler » la question.

### 23. Considérations sur le taux de ponte et la mortalité sélective ou différentielle

Il semble que le groupement des hôtes entassés dans un même papier engage souvent les *Pimplinae* à féconder les œufs qu'elles y déposent. On peut considérer que le volume important de ces hôtes-pièges « trompe » la femelle parasite qui réagit comme si elle se trouvait en présence d'un hôte normal de grande taille. Toutefois, le fait que des mâles de *Pimplines* se développent également dans les nymphes groupées, met en évidence la complexité du problème. Il en résulte que d'autres hypothèses, indépendantes du « volume » total des nymphes groupées doivent aussi être envisagées :

Lorsqu'une *Pimpline* pond dans un paquet de nymphes, elle dépose davantage d'œufs, et plus rapidement, que dans les hôtes isolés. Le rythme accéléré de la ponte (ou taux de ponte) expliquerait-il la fécondation d'un plus grand nombre d'œufs dans les hôtes groupés?

Pour étudier cette possibilité, j'ai laissé pondre plusieurs fois dans chaque nymphe isolée de petite taille, les femelles de *P. turionellae* L. n<sup>os</sup> 85 à 199, et celles d'*Itoplectis* FÖRST. n<sup>os</sup> 192, 193, etc.

Cela n'a pas empêché les descendants femelles de se trouver distribués en majeure partie dans les nymphes groupées. Cela n'a pas empêché non plus l'apparition d'une seconde période durant laquelle des descendants femelles sortirent soudain de tous les hôtes, même des hôtes isolés. Inversement, plusieurs femelles d'*Itoplectis* FÖRST. et de petites *Pimpla* F., qui pondirent chaque jour dans des *Ephestia* isolées, avec un faible taux d'oviposition, pondirent pourtant de grandes séries d'œufs fécondés femelles au début de la ponte, ou durant une partie plus ou moins importante de leur vie si elles avaient été capturées dans la nature. Ces phénomènes sont manifestement indépendants du taux de ponte.

On sait aussi que les femelles des diverses espèces étudiées produisent un pourcentage d'œufs fécondés très variable (en relation vraisemblablement avec le nombre de spermatozoïdes actifs emmagasinés); ce phénomène est lui aussi indépendant du taux de ponte qui ne peut le modifier. Même si le taux de ponte peut avoir quelque influence sur la répartition des sexes chez les descendants, ce facteur apparaît comme très secondaire chez les *Pimplinae*, et ne peut expliquer les phénomènes décrits dans les chapitres qui précèdent.

Voyons maintenant quelles peuvent être les incidences de la

« mortalité sélective » (ou différentielle) sur le sexe ratio : en 1937, JACKSON constata l'éclosion de 18 mâles et de 8 femelles de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.), issus de chrysalides d'*Ephestia kühniella* z. L'auteur en déduit qu'il s'agit probablement d'une manifestation de la mortalité différentielle, qui entraînerait la mort des femelles dans les chrysalides « trop petites pour elles ». FLANDERS a reproduit les arguments de JACKSON en 1939. En réalité, nous savons depuis CHEWYREUV (1913), que les femelles de *Pimplines* pondent une majorité d'œufs mâles dans les petites chrysalides, mais aussi des œufs fécondés plus ou moins nombreux, qui s'y développent sans difficulté (voir chapitre 17, tableau 14, et p. 165). Rien ne prouve donc qu'il y ait eu mortalité sélective dans l'élevage de JACKSON !

En 1932, VANDEL crut observer les manifestations de la mortalité sélective chez certains parasites Strepsiptères. Ses conclusions ont également été reproduites par FLANDERS (1939), MOURSI (1946) et NARAYANAN (1955). Ces auteurs semblent avoir ignoré le travail de KOSTITZIN qui, en 1935, reprit les chiffres publiés par VANDEL, et démontra que, *du point de vue statistique, tout se passe comme si les œufs mâles plus nombreux que les œufs femelles étaient mélangés avec ces derniers (chez les insectes étudiés par VANDEL) dans une proportion relativement stable, et indépendante du nombre d'œufs déposés sur un hôte.*

S'il ne faut pas rechercher partout les manifestations de la mortalité sélective, ce phénomène n'en existe pas moins; il est vraisemblable que certains facteurs considérés comme modifiant le sexe ratio de populations parasites, n'interviennent qu'*indirectement*, en fonction précisément de la mortalité sélective ! Parmi ces facteurs, citons la nourriture (*cf.* FLANDERS 1945), la température (*cf.* MOURSI 1946), la polyembryonie et le superparasitisme (*cf.* FLANDERS 1956); *voyez aussi* FLANDERS 1937, 1939, GROSCH 1948.

On peut se demander si la présence de *Pimplinae* femelles dans les hôtes groupés, ne pourrait pas s'expliquer par le phénomène de la mortalité sélective intervenant à la faveur du superparasitisme : en effet, si plusieurs œufs sont déposés dans des nymphes isolées, on peut supposer que les œufs non fécondés mâles ont plus de chance de parvenir à terme que les œufs femelles, en raison de leur développement plus rapide et de leur haploïdie (*cf.* GROSCH 1948).

Dans les nymphes groupées, par contre, les œufs sont disposés dans un plus grand nombre de nymphes. Il se pourrait alors que les descendants femelles issus de nymphes groupées, soient issus de celles parmi ces nymphes qui ont reçu un seul œuf. Les mâles issus de nymphes groupées se seraient développés dans les hôtes qui auraient reçu plusieurs œufs.

En réalité, cette explication n'est pas plus vraisemblable que la précédente : en effet, certains paquets de nymphes parasitées par

les femelles n<sup>os</sup> 32, 36 et 88 (*cf.* chapitre 20) ont donné exclusivement des descendants femelles, bien qu'ils aient été piqués un grand nombre de fois (toutes les nymphes de ces paquets ont été disséquées et examinées après la fin des éclosions).

D'autre part, l'« excès » de descendants femelles au début de certaines pontes et durant la « deuxième période », ne peut pas davantage s'expliquer par la mortalité sélective. De plus, j'ai fait pondre certaines femelles (de *P. contemplator* MÜLL. notamment) dans des *Ephestia* isolées qui furent piquées alternativement une ou plusieurs fois (*voir* tableau 14, ponte de la femelle n<sup>o</sup> 305). Les descendants, qui furent nombreux, se trouvèrent distribués de sorte qu'à certains moments de la ponte, on observait la prédominance de l'un ou l'autre sexe, tout à fait indépendamment du nombre de piqûres subies par les hôtes.

TABLEAU 14

Ponte de *Pimpla contemplator* MÜLL. (= *turionellae* auct. *nec* L.) n<sup>o</sup> 305 (obtenue le 10 XI d'*Ephestia*, accouplée à 1 ♂), dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées.

Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Nbre de piqûres	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Nbre de piqûres	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
12 XI	1	1	♂	22 XI	23	1	♀
12 XI	2	2	♀	22 XI	24	2	....
14 XI	3	1	♀	23 XI	25	1	♀
14 XI	4	2	♂	23 XI	26	2	♀
15 XI	5	1	♂	24 XI	27	1	♂
16 XI	6	1	♂	24 XI	28	3	♂
16 XI	7	1	♂	25 XI	29	2	....
16 XI	8	2	....	25 XI	30	2	....
17 XI	9	1	♀	25 XI	31	1	♂
17 XI	10	2	♀	26 XI	32	2	larve morte
17 XI	11	1	♂	26 XI	33	1	♀
17 XI	12	3	....	26 XI	34	1	♀
18 XI	13	1	....	28 XI	35	2	♂
18 XI	14	2	....	28 XI	36	1	....
18 XI	15	1	♀	29 XI	37	1	♀
19 XI	16	2	♀	29 XI	38	2	♀
19 XI	17	1	♂	30 XI	39	1	....
21 XI	18	2	♀	1 XII	40	2	....
21 XI	19	1	♀	2 XII	41	2	....
21 XI	20	3	♀	3 XII	42	1	....
22 XI	21	1	♀	3 XII	43	2	....
22 XI	22	2	♀	5 XII	Mort de la ♀ n <sup>o</sup> 305		

De plus, je rappelle que la femelle n<sup>o</sup> 85 (tableau 7) pondit deux œufs dans chaque nymphe isolée; or, la régularité avec laquelle des œufs mâles furent pondus dans ces nymphes isolées, n'est pas en accord avec la théorie de la mortalité sélective : dans tous les cas où les nymphes isolées produisirent des parasites mâles, la femelle n<sup>o</sup> 85



n'aurait donc jamais pondu deux œufs femelles, mais toujours deux œufs mâles, ou un œuf mâle et un œuf femelle. S'il en était vraiment ainsi, on devrait alors se demander pourquoi la femelle n° 85 aurait ainsi disposé ses œufs, et le problème resterait entier ! En réalité, toutes les observations faites concourent à démontrer que les *Pimplinae* pondent des œufs fécondés qui donnent des descendants femelles en masse, parfois même dans les petits hôtes, lorsqu'elles y sont poussées par diverses nécessités (*cf.* chapitre 17).

Enfin, l'expérience décrite dans le chapitre suivant montre également que ni le taux d'oviposition, ni la mortalité sélective ne peuvent expliquer la présence des descendants femelles dans les nymphes groupées : bien au contraire, si nous admettons qu'une femelle de *Pimplinae* peut féconder ses œufs « à volonté », ceci a précisément pour corollaire d'éliminer la concurrence entre les sexes dans un même hôte, et partant, toute possibilité de mortalité sélective.

J'ajouterai que la croissance sélective entraînant une mortalité différentielle, n'explique pas non plus la prédominance des mâles dans les nymphes isolées, ou leur présence dans les nymphes groupées : nous savons en effet, que des femelles de *P. turionellae* L. parfaitement normales se développèrent dans certaines conditions aux dépens de nymphes de *Tenebrio* isolées, hôte de « petite » taille pour le parasite en question (*cf.* ponte de la femelle n° 36). Ces femelles issues de petits hôtes furent vigoureuses au point que certaines d'entre elles eurent une longévité maximum accompagnée d'une fécondité non moins concluante.

Le taux d'oviposition ou la mortalité sélective ne peuvent donc expliquer la distribution des descendants mâles et femelles parmi les nymphes groupées qui furent présentées aux *Pimplinae* de mes élevages. Tout se passe en réalité comme si le groupement des hôtes favorisait la fécondation des œufs, et d'autre part comme si un facteur différent et contraire empêchait la femelle d'y pondre exclusivement des œufs fécondés, ceci même lorsqu'elle est entrée dans sa seconde période... (*cf.* chapitre 26).

#### 24. Réponse des *Pimplinae* aux hôtes-pièges constitués de nymphes entassées alternant avec des nymphes alignées

Étant donné que les femelles de *Pimplines* ont tendance à féconder les œufs qu'elles déposent dans les hôtes de grande taille ou dans les hôtes groupés, on peut se demander si elles sont influencées par la quantité de substance que représente l'hôte, ou si elles réagissent simplement en fonction du volume de l'hôte. En d'autres termes, les *Pimplinae* peuvent-elles dissocier ces deux facteurs ?

Pour éclaircir ce problème, j'ai présenté à des femelles d'*Itopectis alternans* GRAV. des chrysalides d'*Ephestia* entassées par paquets de 6, alternant avec 6 chrysalides identiques alignées l'une à la suite de

l'autre dans de longs cylindres de papier de soie. Toutes les chrysalides étaient identiques, mesuraient 7 mm de long, et toutes avaient la tête dirigée du même côté.

La femelle n° 333 pondit en juin 1956 alternativement dans chacun de ces hôtes-pièges. Je m'efforçai d'obtenir approximativement le même nombre de pontes dans les chrysalides alignées et dans les chrysalides entassées. Je m'efforçai aussi d'empêcher le parasite de pondre plusieurs fois au même endroit, dans les mêmes chrysalides (car les femelles sont souvent enclines à pondre plusieurs fois de suite au même endroit). Dans quelques cas, je suis allé jusqu'à intervertir l'ordre des chrysalides dans les divers groupements, ou jusqu'à retourner les paquets de chrysalides (sans changer leur disposition fondamentale). Ainsi devaient être éliminées chez les descendants les modifications possibles du sexe ratio sous l'effet du taux d'oviposition ou de la mortalité sélective (voir chapitre précédent).

La femelle n° 333 produisit un grand nombre de descendants mâles et 8 femelles. Or, ces 8 femelles sortirent *sans exception* de chrysalides entassées ! Je n'obtins aucun descendant femelle à partir des chrysalides alignées (tableau 15) (\*).

TABLEAU 15

Ponte de l'*Itopectis alternans* GRAV. n° 333 (obtenue le 1 VI de 6 *Ephestia* entassées, accouplée à 1 ♂) dans 6 chrysalides d'*Ephestia* entassées (ent.) ou alignées (al.).

Date de la ponte (1956)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1956)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
5 VI	1	ent.	♂	14 VI	9	ent.	3 ♀
6 VI	2	al.	♂	15 VI	10	al.	3 ♂
7 VI	3	ent.	♂ 2 ♀	18 VI	11	ent.	2 ♂
8 VI	4	al.	3 ♂	19 VI	12	al.	4 ♂
9 VI	5	ent.	2 ♀	20 VI	13	ent.	3 ♂
11 VI	6	al.	♂	21 VI	14	al.	....
12 VI	7	ent.	♂ ♀	2 VII		Mort de la ♀ n° 333	
13 VI	8	al.	3 ♂				

La Pimpline n'a donc pas répondu de la même manière à l'hôte-piège constitué de chrysalides entassées et à l'hôte-piège composé de chrysalides alignées. Or, la quantité de substance représentée par chacun de ces hôtes composites et leur volume étaient approximativement identiques. Un autre facteur a déterminé le comportement de la Pimpline : je ne connais pas encore la nature de ce (ou de ces) facteurs, mais, dans l'ensemble, les résultats des expériences effectuées

(\*) Les descendants d'autres femelles qui avaient pondu dans les mêmes conditions se trouvèrent répartis de manière moins concluante ou même sans ordre apparent.

jusqu'ici m'engagent à considérer que le parasite répond peut-être à la valeur de la *section droite* de l'hôte : ainsi s'expliquerait le comportement de la femelle n° 333. Quoi qu'il en soit, nous constatons que le parasite n'est pas indifférent à la forme de l'hôte-piège. Diverses expériences (du même type que la précédente) permettraient sans doute de préciser les facteurs susceptibles d'intervenir dans la détermination du sexe de la descendance chez les *Pimplinae*.

## 25. Expériences accessoires

On pourrait se demander si l'épaisseur plus ou moins grande du papier enveloppant les nymphes peut avoir quelque incidence sur la répartition des sexes chez les descendants des *Pimplinae*. On voit qu'il n'en est rien si l'on examine à nouveau le tableau 2, représentant la ponte de la femelle de *P. turionellae* L. n° 135. Cette femelle pondit alternativement dans des nymphes enveloppées d'un seul papier et de trois papiers semblables étroitement appliqués autour d'elles. La répartition des sexes chez les descendants fut indépendante de ce facteur. J'ai fait la même expérience avec des femelles de *P. contemplator* MÜLL. qui se comportèrent comme la précédente.

En passant, je signalerai que les *Pimplinae* ne peuvent détecter un hôte enfermé dans un papier d'aluminium.

Pour compléter les expériences précédentes, j'ai offert alternativement à des femelles de *P. turionellae* L. une nymphe de *Tenebrio* isolée, et une nymphe semblable placée à la surface d'une volumineuse boule de coton hydrophile, le tout enveloppé de papier de soie. Les parasites allaient-ils pondre des œufs fécondés dans cet hôte-piège d'un nouveau genre? En fait, cette expérience m'a donné des résultats tout à fait inattendus : chaque fois qu'une Pimpline se trouvait devant un tel hôte, elle détectait la présence d'une chrysalide à l'intérieur, mais elle était absolument incapable de délimiter sa position exacte. Elle perforait l'enveloppe de papier sans parvenir à toucher la nymphe. Ce manège durait parfois des heures sans que la nymphe fût parasitée. Rarement, la Pimpline enfonceait par hasard sa tarière à l'endroit précis où se trouvait la nymphe, et pondait alors un œuf dedans.

Souvent, après plusieurs essais infructueux, le parasite cessait toute tentative de perforer l'hôte-piège avec sa tarière. Il continuait de l'inspecter longtemps encore, mais ne cherchait plus à le piquer. Il s'en éloignait parfois, venait l'inspecter à nouveau, faisait de rares et vaines tentatives...

J'ai fait cette même expérience avec des femelles d'*Itopectis t. europeator* AUB. Le résultat fut identique.

La Pimpline est donc absolument incapable de repérer avec précision une nymphe ainsi disposée. Il en est résulté que les nymphes



parasitées dans de telles conditions furent trop peu nombreuses pour que je puisse savoir si les *Pimplines* avaient tendance ou non à y déposer des œufs fécondés.

## 26. Comment la femelle « mesure »-t-elle son hôte ?

Les observations qui précèdent, en confirmant et complétant celles de CHEWYREUV, montrent que les femelles des *Pimplinae* sont capables d'apprécier la taille de leurs hôtes, et qu'elles ont tendance, en accord avec la théorie de DZIERZON, à déposer des œufs fécondés dans les hôtes les plus grands.

La question se pose alors de savoir par quel mécanisme le parasite apprécie la taille de son hôte, le « mesure ». A ma connaissance, aucune recherche approfondie n'a encore été entreprise en vue d'élucider ce problème.

Un premier fait acquis à la faveur des élevages de *Pimplinae* effectués dans notre laboratoire, est que la **quantité d'odeur** plus grande dégagée par un hôte plus grand ne suffit pas, à elle seule (pas plus que la taille seule), à provoquer la fécondation des œufs. En effet, si ce facteur avait une importance primordiale dans le déterminisme du sexe, le groupement d'hôtes nombreux entassés dans un même papier, suffirait à déclencher la ponte d'œufs femelles. Or, nous savons que des descendants mâles en nombre plus ou moins important sortent de ces nymphes groupées.

On sait également que bien souvent, les petits hôtes reçoivent eux aussi des œufs fécondés. Enfin, je rappelle que la femelle n° 333, mise en présence d'hôtes-pièges constitués d'*Ephestia* entassées alternant avec des hôtes-pièges composés de chrysalides alignées, fécondait de préférence ses œufs distribués dans les premiers de ces hôtes-pièges.

La quantité d'odeur plus grande ne suffit donc pas à déclencher la fécondation de tous les œufs pondus dans les nymphes groupées.

Une autre hypothèse proposée au siècle dernier a souvent été reproduite jusqu'à nos jours pour expliquer les phénomènes du même ordre mis en évidence chez l'Abeille domestique : il s'agit de l'idée que l'**écartement des pattes** de la reine déterminerait une compression ou un relâchement des muscles du réceptacle. Chez les *Pimplinae*, cette hypothèse ne me semble pas devoir être retenue : en effet, si l'écartement des pattes suffisait à déclencher la fécondation des œufs, nous aurions exclusivement des descendants femelles dans les nymphes groupées, ce qui n'est pas le cas. De plus, lorsqu'une femelle de *Pimpline* pond dans une chrysalide de petite taille, elle s'agrippe de part et d'autre à toutes les aspérités qu'elle rencontre : les pattes sont souvent très écartées, ce qui n'empêche pas que l'œuf est pondus sans être fécondé.



Si nous passons en revue tous les organes susceptibles d'intervenir dans la détermination du sexe, nous devons examiner maintenant quel pourrait être le rôle de la tarière dans ce phénomène.

Peut-on admettre que les *Pimplinae* « apprécient » le volume de leurs hôtes d'après la **profondeur de pénétration de la tarière**? Avant de répondre à cette question, je rappellerai que le phénomène de déterminisme du sexe découvert par DZIERZON intéresse un grand nombre d'Hyménoptères, comme VANDEL le faisait déjà remarquer en 1935. On pourrait donc supposer que chez tous ces insectes, le phénomène en question relève d'un mécanisme fondamental commun. Or, s'il en est vraiment ainsi, peut-on admettre que le déterminisme du sexe soit lié à la profondeur de pénétration de la tarière, puisque la plupart des Hyménoptères qui « disposent du sexe de leurs descendants » sont dépourvus de tarière, ou pondent leurs œufs en surface?

Le sexe de l'Abeille est en partie déterminé par la taille de l'alvéole, celui des Osmies par le volume de la cellule où l'œuf est déposé, le sexe des Sphégides est en relation avec le nombre de proies accumulées dans le nid, enfin, l'œuf est déposé en surface, sur le tégument d'une larve de Coléoptère, chez les *Tiphia* F. qui fécondent ou non leurs œufs en fonction du stade de l'hôte qu'elles rencontrent.

En réalité, il est dangereux d'extrapoler et de généraliser un phénomène qui, dans ses « détails », peut varier d'un groupe à l'autre en fonction de diverses nécessités biologiques : par exemple, les petits alvéoles des Abeilles reçoivent des œufs fécondés, alors que chez les *Pimplinae*, les œufs fécondés sont distribués de préférence dans les hôtes les plus grands où les femelles, ici plus grandes que les mâles, trouvent une nourriture plus abondante.

On ne peut donc rejeter d'emblée l'hypothèse que le sexe femelle serait déterminé chez les *Pimplinae* d'après la profondeur de pénétration de la tarière. Des observations expérimentales peuvent seules nous renseigner sur la valeur de cette hypothèse. C'est pourquoi j'ai tenté l'expérience suivante :

Je présentai à des femelles de *P. contemplator* MÜLL. 6 chrysalides d'*Ephestia* entassées à raison de trois étages de deux, enfermées dans un petit récipient de métal plus haut que large. Le récipient de métal était ouvert seulement vers le haut, laissant apparaître les deux *Ephestia* de la couche supérieure. Le tout fut encore enveloppé de papier de soie, comme dans toutes les expériences précédentes.

Si la profondeur de pénétration de la tarière jouait un rôle dans la détermination du sexe, nous pourrions avoir ponte d'œufs fécondés dans les deux couches d'*Ephestia* situées au fond du récipient métallique, le parasite transperçant de part en part deux, voire les trois couches de chrysalides. Les œufs mâles non fécondés seraient distribués au contraire dans la couche superficielle de chrysalides.

En réalité, comme dans l'expérience faite avec une boule de coton,

j'obtins des résultats inattendus, fort différents de ceux que je prévoyais : le parasite, percevant la présence de chrysalides, inspectait la petite boîte de métal enveloppée de papier, mais il s'efforçait en vain de perforer la paroi de métal, délaissant le petit côté, le seul par où il aurait pu atteindre les chrysalides entassées. La *Pimpline* s'épuisait sur la plus grande surface de l'hôte-piège que je lui présentais, phénomène en relation avec la préférence des parasites pour les hôtes les plus grands.

Je poursuivis néanmoins l'expérience en obstruant les plus grandes parois verticales de l'hôte-piège, de sorte que le parasite ne pouvait plus accéder aux chrysalides que par le côté étroit où la boîte de métal était ouverte.

J'obtins ainsi la ponte de nombreux œufs dans les chrysalides d'*Ephestia*. Toutefois, la *Pimpline* déjoua une nouvelle fois mes tentatives ! En effet, sur 13 descendants ainsi obtenus de la femelle n° 256, 10 sortirent de chrysalides disposées en surface, et 3 seulement de chrysalides du deuxième étage (\*). Parmi les descendants issus du deuxième étage, 2 étaient des femelles, le 3<sup>e</sup> un mâle. Aucune chrysalide de l'étage inférieur ne fut parasitée.

Les femelles de *Pimplinae* ont donc tendance à pondre en surface dans les hôtes groupés, et il semble que la tarière soit retenue par la deuxième couche de chitine rencontrée. Lorsque cette deuxième couche est parfois transpercée à son tour, les œufs déposés plus en profondeur ne sont pas nécessairement fécondés.

D'autres observations rendent peu vraisemblable l'intervention de la tarière dans la fécondation des œufs. En effet, j'ai remarqué maintes fois que les femelles de *P. turionellae* L. pondent également en surface dans les nymphes de *Tenebrio* groupées par paquets de 6. La femelle d'*Itopectis alternans* GRAV. n° 333 pondit également en surface dans des *Ephestia* entassées, des œufs qui donnèrent exclusivement des descendants femelles (ponte 9 de la ♀ 333 notamment, voir tableau 15).

Si la tarière n'intervient pas dans la fécondation des œufs, peut-être intervient-elle au contraire pour empêcher leur fécondation dans certains cas. La présence de mâles dans les chrysalides groupées ne pourrait-elle s'expliquer par des perceptions défavorables au niveau de la tarière, l'œuf n'étant pas fécondé si la tarière vient buter trop perpendiculairement contre une deuxième couche de chitine, traverse un espace vide, ou perfore l'extrémité étroite d'une chrysalide ? Nous ne le savons pas encore. Il n'est pas exclu que des sensations défavorables soient également perçues par les appendices céphaliques...

Mais revenons au déterminisme de la fécondation des œufs et

(\*) Je signale que cette femelle capturée dans la nature a déposé presque exclusivement des œufs fécondés, même dans une série de petites chrysalides isolées que je lui avais présentées au début de la ponte.

voyons si les **appendices céphaliques** précisément n'interviendraient pas dans ce phénomène : je n'ai pas étudié jusqu'ici le rôle éventuel des palpes, mais seulement celui des antennes, et les résultats obtenus sont encore très sommaires et incomplets. En effet, l'expérience qui consiste à couper les antennes des femelles à divers niveaux, se heurte à de grandes difficultés. De plus, ici encore, j'ai obtenu des résultats inattendus.

La première difficulté résulta du fait que plusieurs femelles d'*Itoplectis* FÖRST. ainsi opérées, perdirent leur hémolymphe qui perlait par grosses gouttes à l'extrémité du moignon d'antenne et s'écoulait jusqu'à ce que mort s'ensuive. D'autres femelles cessèrent de pondre provisoirement ou définitivement. D'autres, telle la femelle d'*I. t. europaeator* AUB. n° 210, pondirent exclusivement dans des hôtes de petite taille (*Ephestia* isolées) : des œufs femelles furent inégalement distribués dans toute la ponte, avant et après l'ablation des antennes, de sorte qu'aucune modification ne m'est apparue dans la répartition des sexes chez les descendants. L'absence d'hôtes groupés ou de grande taille dans de telles pontes m'empêche de tirer d'une pareille expérience, des conclusions plus précises.

D'autre part, il est impossible de connaître le moment de la ponte où l'opération peut être effectuée avec quelque chance de succès : plusieurs des femelles opérées avaient atteint sans que je puisse le prévoir, un âge où elles ne pondaient plus que des œufs non fécondés mâles. Après comme avant l'opération, elles continuèrent évidemment de pondre des œufs non fécondés mâles. D'autres étaient apparemment entrées dans leur « deuxième période » au moment de l'ablation des antennes, et la répartition anarchique des œufs fécondés qui fut observée ultérieurement relève, peut-être, d'un phénomène sans rapport avec l'opération subie par l'insecte.

Enfin, les changements éventuels dans la répartition des sexes chez les descendants seraient-ils vraiment dus à l'amputation plus ou moins sévère des antennes de la « mère », ou plutôt au choc opératoire ?

En raison de ces difficultés, je ne suis pas en mesure d'apporter ici des conclusions définitives, mais seulement quelques résultats inattendus et partiels :

La femelle d'*I. t. europaeator* AUB. n° 155 dont j'ai déjà parlé, avait subi l'ablation totale d'une antenne. Pourvue d'une seule antenne, elle pondit cependant, et distribua ses œufs fécondés dans les hôtes de grande taille, de façon apparemment tout à fait normale (cf. chapitre 18).

Par contre, toutes les femelles dont les deux antennes furent tronquées eurent un comportement très particulier : elles percevaient encore la présence de l'hôte, mais elles n'étaient plus capables de le localiser avec précision, et de l'atteindre du premier coup de tarière !



Elles perforaient au hasard le faux cocon de papier qui dépassait tout autour de l'hôte et ne pouvaient atteindre la chrysalide elle-même. Ce n'est qu'après de nombreux essais infructueux que les *Pimplinae* mutilées atteignaient leur hôte par hasard. Lorsque la tarière avait enfin touché et percé la chrysalide, le parasite s'immobilisait, et l'œuf était pondu.

Or, j'ai observé exactement le même comportement anormal chez la femelle d'*Itoplectis maculator* F. n° 118 élevée au laboratoire dans une nymphe de *Tenebrio*. Cette femelle avait séjourné deux mois au réfrigérateur, à 4 °C., avant de pondre, mais elle n'avait subi aucune mutilation; elle était cependant incapable de pondre directement dans son hôte, et s'épuisait à piquer en vain dans les replis périphériques du papier. Ses œufs, distribués dans des *Ephestia* groupées alternant avec des chrysalides isolées, produisirent des descendants dont les sexes étaient répartis de façon apparemment anarchique, sans relation avec le groupement des hôtes ou leur isolement. Je n'ai pas pu établir si la femelle n° 118 avait des antennes anormalement constituées.

Inversement, la femelle de *P. turionellae* L. (= *examinator* F.) n° 199, qui avait subi l'ablation des antennes à la hauteur des 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> articles du funicule, présenta le comportement inhabituel qui vient d'être décrit, mais ses descendants se trouvèrent répartis de façon apparemment normale (tableau 8, comparer avec le tableau 7). Après l'ablation des antennes, la femelle n° 199 pondit une majorité d'œufs mâles dans des nymphes isolées, deux œufs femelles dans des nymphes groupées, puis présenta une deuxième période durant laquelle elle pondit des œufs fécondés dans n'importe quel hôte.

Les antennes de cette femelle avaient-elles été coupées « trop loin » au-dessus du scape?

Le seul résultat certain acquis jusqu'ici, est qu'une femelle de *Pimplinae* privée de la majeure partie de ses antennes, se trouve affectée d'un étrange « déséquilibre » et n'est plus capable de déterminer avec précision l'emplacement de son hôte.

Qu'arriverait-il si nous procédions maintenant à une ablation plus complète des antennes, en épargnant seulement quelques articles du funicule? Pour le savoir, je présentai à la femelle d'*I. t. europeator* AUB. n° 208, des *Ephestia* groupées alternant avec des chrysalides semblables isolées, dans l'ordre 1, 1, 1, 1, 10, 1, 1, 1, 11... Vingt jours après le début de la ponte, je coupai les deux antennes de la femelle n° 208 à l'extrémité du 4<sup>e</sup> article du funicule.

La répartition des sexes fut très intéressante chez les descendants de cette femelle, mais aussi très difficile à interpréter (tableau 16) : au début de la ponte, ses antennes étant encore intactes, la femelle n° 208 (qui s'était accouplée avec deux mâles) produisit durant la première semaine presque exclusivement des descendants femelles



TABLEAU 16

Ponte de l'*Itoplectis europeator* AUB. n° 208 (obtenue le 5 I d'*Ephestia*, accouplée à 2 ♂) dans des chrysalides d'*Ephestia* isolées (1) ou entassées (10). Le 20 janvier, après la ponte n° 21, j'ai coupé les deux antennes de la ♀ n° 208 à l'extrémité du 4<sup>e</sup> article du funicule.

Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus	Date de la ponte (1955)	Numéro de la ponte	Hôtes utilisés	2 <sup>e</sup> génération : sexe des parasites obtenus
10 I	1	1	♀	21 I	22	1	♀
10 I	2	1	....	21 I	23	1	....
11 I	3	1	....	21 I	24	1	♂
11 I	4	1	....	22 I	25	1	♂
12 I	5	1	♂	22 I	26	1	♀
12 I	6	10	3 ♀	22 I	27	1	♂
14 I	7	1	♀	22 I	28	10	2 ♂
14 I	8	1	♀	24 I	29	1	....
14 I	9	1	♀	24 I	30	1	♂
14 I	10	1	♂	25 I	31	1	♀
15 I	11	1	....	25 I	32	1	♂
15 I	12	10	2 ♂ ♀	25 I	33	11	5 ♂
17 I	13	1	....	26 I	34	1	♀
17 I	14	1	♀	26 I	35	1	♂
17 I	15	1	♂	26 I	36	1	♂
17 I	16	1	....	27 I	37	1	larve morte
18 I	17	1	♂	28 I	38	1	♀
18 I	18	1	♂	28 I	39	10	5 ♀
18 I	19	11	2 ♂ 2 ♀	1 II	40	1	....
20 I	20	1	♂	1 II	41	1	....
20 I	21	1	♂	4 II			Mort de la ♀ n° 208

dans les chrysalides d'*Ephestia* isolées (cf. chapitre 17). Toutefois, au bout d'une semaine, l'« équilibre » fut rétabli, et la femelle répondit positivement au stimulus externe : du 17 au 20 janvier 1955, elle produisit en effet, 7 descendants mâles et 2 femelles, ces 2 femelles étant issues d'un paquet de 11 *Ephestia*. C'est à ce moment par hasard, que je procédai à l'ablation des antennes, qui furent sectionnées à l'extrémité du 4<sup>e</sup> article du funicule. Malgré cette opération, la femelle n° 208 continua de pondre régulièrement le lendemain 21 janvier, tout en ayant beaucoup de peine à atteindre ses hôtes du premier coup de tarière.

Or, à partir du 21 janvier également, les descendants de cette femelle furent répartis de façon anarchique ! La femelle aux antennes tronquées produisit 14 descendants mâles et seulement 4 femelles durant la semaine qui suivit l'opération. De plus, ces 4 femelles sortirent d'*Ephestia* isolées, alors que 7 mâles se développaient dans les deux paquets d'*Ephestia* groupées qui avaient été placés au milieu des chrysalides isolées. Le 28 janvier par contre, la femelle n° 208 pondit soudain dans une *Ephestia* isolée et dans un groupe de 10, des œufs

fécondés qui donnèrent 6 descendants femelles ! Puis le parasite cessa de pondre et mourut le 4 février.

Tout se passa comme si la femelle n° 208 avait retenu, à partir du jour où elle fut opérée, les spermatozoïdes emmagasinés dans son réceptacle. Durant une semaine que dura ce phénomène, les quelques œufs fécondés qui furent pondus se trouvèrent déposés dans de petits hôtes isolés. Enfin, peu avant de mourir, la femelle utilisa soudain les spermatozoïdes qu'elle avait conservés, et féconda brusquement tous ses derniers œufs.

Peut-on expliquer autrement que par l'ablation des antennes, la répartition anarchique des descendants au cours de la semaine qui suivit l'opération ? Durant cette semaine, l'insecte n'a pas présenté de deuxième période comme les femelles n°s 85, 117, 199, etc. (*cf.* chapitres 17 et 21), et la répartition anarchique de ses descendants n'est comparable à aucun des phénomènes décrits jusqu'ici.

Faut-il supposer que les spermatozoïdes ont été retenus durant la période du 21 au 28 janvier parce que des sensations indispensables au déclenchement du processus de fécondation n'étaient plus perçues au niveau des antennes ? Le choc opératoire pourrait-il être cause de la distribution anarchique des spermatozoïdes durant la semaine qui suivit l'ablation des antennes ? Il n'est malheureusement pas possible à l'heure actuelle de répondre à ces questions.

En raison des difficultés techniques, je n'ai pas pu répéter l'expérience qui vient d'être décrite, et j'en interprète les résultats sous réserve. Seules de nouvelles expériences permettront de juger si les antennes interviennent (et de quelle manière) dans la détermination du sexe de la descendance.

## 27. Conclusions

Les élevages de *Pimplinae* que j'ai entretenus au Laboratoire d'évolution m'ont permis de confirmer dans leur ensemble, et de compléter, les observations de CHEWYREUV publiées en 1913 : les *Pimplinae* déposent de préférence des œufs qui donneront des femelles dans les hôtes de grande taille, et des œufs mâles dans les petites chrysalides. Le déterminisme du sexe est donc effectivement influencé par ce *facteur externe*.

Toutefois, la taille de l'hôte n'est que l'un des nombreux facteurs susceptibles de modifier la répartition des sexes chez les descendants. Nous savons en effet qu'une *Pimpline* pond aussi des œufs femelles dans les petites chrysalides. Tel est généralement le cas des femelles capturées dans la nature. À partir d'un certain âge d'autre part, ou tout au début de la ponte, ces parasites déposent parfois des œufs

fécondés dans n'importe quel hôte. Ces phénomènes relèvent probablement de *facteurs d'ordre interne*. Il en est de même des différences individuelles constatées entre les femelles qui produisent un pourcentage de descendants femelles beaucoup plus élevé que d'autres individus ayant pourtant pondu dans les mêmes conditions.

La résultante de ces facteurs combinés détermine la répartition des sexes chez les descendants. On conçoit que cette répartition n'obéisse pas toujours à une règle stricte.

De nombreuses expériences faites à l'aide d'hôtes-pièges constitués de nymphes groupées alternant avec des nymphes semblables isolées, ont permis de dissocier et de mettre en évidence plusieurs de ces facteurs susceptibles de modifier la répartition des sexes chez les *Pimplinae*.

Ces expériences, souvent délicates à exécuter et à interpréter, ont aussi démontré la complexité du problème : si le groupement des hôtes favorise la fécondation de ses œufs par le parasite, ce facteur ne déclenche cependant pas les mêmes réflexes que le volume d'un hôte normal de grande taille. En effet, non seulement des descendants femelles, mais aussi des mâles de *Pimplinae* sortent des nymphes groupées. Tout se passe comme si d'une part le volume des hôtes groupés engage le parasite à féconder ses œufs, en même temps que d'autre part, un (ou plusieurs) facteur contraire l'empêche de pondre exclusivement des œufs fécondés femelles dans les hôtes-pièges.

Les expériences exposées ci-dessus constituent également une tentative de disposer du sexe des Hyménoptères parasites. Si le développement de telles recherches nous permettait un jour de contrôler plus efficacement le sexe des insectes en question, il est évident que certains aspects de la lutte biologique en seraient profondément modifiés : avant de les lâcher dans la nature, il serait possible d'accroître au laboratoire le pourcentage des femelles parasites qui, seules, jouent un rôle actif et direct dans la destruction des insectes nuisibles. Toutefois, nous sommes encore loin actuellement de pouvoir exercer un tel contrôle sur le sexe des Hyménoptères : nous venons de voir que le sexe est influencé chez ces insectes par une série de facteurs externes et internes interférents, dont « la résultante détermine la répartition des sexes chez les descendants ». On conçoit que la dissociation de ces facteurs et leur contrôle, ne soient pas chose aisée.

Ceci démontre bien la complexité d'un autre problème, celui de savoir comment l'insecte apprécie le « volume » de son hôte : plusieurs observations m'ont permis d'étudier la valeur des hypothèses proposées par divers auteurs pour expliquer ce phénomène connu également chez l'Abeille depuis plus d'un siècle.

Par élimination, et par quelques expériences (si difficiles à réaliser que les résultats obtenus sont encore bien sommaires, il est vrai), j'en suis arrivé à me demander si les appendices céphaliques des *Pim-*

*plinae* ne seraient pas le siège des perceptions permettant à ces parasites de « mesurer » leurs hôtes.

Si tel est le cas, il se pourrait que chez tous les Hyménoptères, sociaux ou solitaires, endo- ou ectoparasites, prédateurs et paralyseurs, « disposant du sexe de leurs descendants », le même mécanisme fondamental se retrouve en définitive.

Parmi tous les phénomènes décrits chez les *Pimplinae* ou passés en revue chez les autres Hyménoptères, je n'en connais point qui permette de rejeter la théorie de DZIERZON sur le déterminisme du sexe. DZIERZON ne prétendait pas avoir tout expliqué, et sa théorie doit être complétée. Elle n'est peut-être pas valable dans tous les cas, mais elle ne doit pas pour autant être rejetée. Les *Ichneumonidae Pimplinae* paraissent précisément devoir être rangées parmi les Hyménoptères chez lesquels la théorie de DZIERZON joue un rôle important.

En 1909, CUÉNOT étudia la descendance d'une reine d'Abeille de race sélectionnée qu'il avait accouplée à un mâle d'une autre race. Il obtint quelque 300 individus mâles identiques à la reine. Deux seulement, dont il ne put expliquer l'origine, présentaient contre toute attente, des caractères paternels. Et CUÉNOT (en 1909 !) conclut son travail en ces termes : *Somme toute, le résultat que j'ai obtenu, bien que passible de critique, confirme la théorie de DZIERZON.*

Telle sera également ma conclusion en ce qui concerne les *Ichneumonidae Pimplinae*.



## RÉSUMÉ

## PREMIÈRE PARTIE

1. Toutes les *Pimplinae* appartenant à 10 espèces, que j'ai étudiées au Laboratoire d'Évolution, ont vécu dans des tubes où elles peuvent se nourrir, s'accoupler et se reproduire. Ces parasites ont été élevés principalement aux dépens de chrysalides d'*Ephestia kühniella* z. et de nymphes de *Tenebrio molitor* L.

2. Dans la nature, on observe au printemps, une protandrie très nette chez les *Pimplines*. Par contre en automne, les mâles disparaissent avant les femelles. D'un endroit à l'autre ou d'une année à l'autre, la fréquence de chaque espèce est sujette à des variations très importantes.

3. Les *Pimplinae* ont une résistance au froid qui permet de conserver les femelles vivantes plusieurs mois au réfrigérateur avant de les faire pondre. Adultes et larves matures peuvent hiberner à la température naturelle. Les nymphes de *Tenebrio*, d'*Ephestia*, etc. destinées à être parasitées, ont également été conservées au froid.

4. En automne, les *Pimplinae* entrent en diapause; elles cessent alors de pondre et de se nourrir aux dépens de leurs hôtes. Introduites au laboratoire, à température élevée, elles ne pondent pas et se nourrissent exclusivement de miel. Leur abdomen s'emplit de réserves de graisse. Je n'ai pas réussi à rompre artificiellement la diapause, mais on peut l'éviter en maintenant les élevages à température élevée toute l'année.

5. Les femelles de *Pimplinae* se nourrissent pendant la belle saison, du contenu de leurs hôtes, même après avoir pondu à l'intérieur. Elles sont friandes de miel ainsi que les mâles.

6. La longévité à la température ordinaire peut dépasser 4 mois chez les femelles de *P. turionellae* L., 3 mois chez celles d'*Itopectis* FÖRST. Les mâles vivent moins longtemps. La longévité dépend de nombreux facteurs, notamment de la nourriture absorbée à l'état larvaire. Des femelles adultes conservées au réfrigérateur peuvent survivre jusqu'à deux ans.

7. Les espèces étudiées s'attaquent aux nymphes et aux chrysalides de nombreuses espèces appartenant à divers ordres d'insectes. On constate néanmoins une certaine spécificité chez ces parasites. Les nymphes de *Tenebrio* par exemple, si favorables au développement de *P. turionellae* L., le sont moins pour les *Itopectis* FÖRST. et encore moins pour *Apechthis resinator* THNBG.

8. La taille de ces parasites varie suivant celle de l'hôte; j'ai observé des femelles de *P. turionellae* L. mesurant de 3 à 15 mm.

9. L'accouplement consiste en une succession d'actes-réflexes chez le mâle, qui contourne l'abdomen de la femelle même lorsqu'elle est exceptionnellement couchée sur le dos. Dans la nature, les mâles découvrent les femelles alors qu'elles sont encore enfermées dans les chrysalides, et ils se groupent pour les féconder dès leur éclosion. J'ai observé des accouplements multiples chez toutes les espèces étudiées. Les mâles d'élevages anciens sont souvent « paralysés » par le contact d'une femelle éveillée. De leur côté, les femelles refusent souvent l'accouplement, ou donnent seulement des descendants mâles, bien qu'elles se soient accouplées. Quand elles n'ont pas été fécondées, elles se reproduisent par parthenogenèse arrhénotoque.

10. L'émission de l'œuf ne dépend pas d'une sensation de vide et de plein comme l'a prétendu PICARD, mais de sensations d'ordre chimique au niveau de la tarière.

11. Des dissections de femelles ont révélé que les glandes acide et alcaline sont situées respectivement, soit dans le flanc gauche, soit dans le flanc droit de l'insecte. D'autre part, les divers éléments de la tarière (le gorgeret aussi bien que les stylets) sont criblés de chimiorécepteurs. Enfin, le réceptacle séminal est pourvu d'une musculature très complexe qui lui permet de fonctionner comme la « pompe à sperme » des Abeilles.

12. Le sexe des Hyménoptères est déterminé génétiquement suivant le mécanisme de l'haplo-diploïdie. Whitting a précisé que le sexe résulterait de l'interaction de certains gènes.

13. Dans le chapitre 13, j'ai énuméré quelques facteurs susceptibles de modifier la répartition des sexes chez les Hyménoptères parasites.

14. J'ai révisé tous les travaux concernant la théorie de DZIERZON (ou « le sexe à la disposition de la mère »). Pour être valable, la théorie de DZIERZON doit être en accord avec le comportement de la femelle, son anatomie et l'aspect des chromosomes dans les deux sexes. Parmi les nombreux travaux concernant le déterminisme du sexe chez l'Abeille, je n'en connais point de sérieux qui permette de rejeter la théorie de DZIERZON. Cette théorie doit cependant être complétée. Les mêmes conclusions sont valables pour les Osmies, les Anthidies, les Sphérides, les Tiphies, etc. Chez les *Pimplinae* également, les observations de CHEWYREUV sont beaucoup plus judicieuses que celles de SEYRIG qui rejette cette théorie.

15. *Observations personnelles*: dans la nature, il est difficile d'apprécier la proportion des sexes chez les Ichneumonides à cause de la protandrie, du comportement nocturne de certaines femelles, etc.

16. Les élevages poursuivis au laboratoire se heurtent à de nombreuses difficultés (mortalité prématurée, accouplements sans fécondation, hôtes réfractaires, etc.); ils ont cependant permis d'obtenir les résultats suivants :

17. Dans les hôtes de grande taille, les Pimplines pondent en majorité ou exclusivement des œufs fécondés comme CHEWYREUV l'avait déjà observé. Les petits hôtes par contre, produisent des parasites en majorité mâles; toutefois, lorsqu'une Pimpline pond presque exclusivement dans de petits hôtes, elle passe généralement par une période « deuxième période » durant laquelle elle pond des œufs fécondés même dans les petits hôtes. Durant une dernière période « troisième période », elle ne pond plus que des œufs mâles avant de mourir. Des facteurs d'ordre interne s'ajoutent aux facteurs externes (taille de l'hôte, etc.) qui jouent un rôle dans le déterminisme du sexe. Au laboratoire les Pimplines qui viennent d'être capturées dans la nature, produisent un nombre élevé de descendants femelles.

18. Lorsqu'une Pimpline pond alternativement dans de grands et de petits hôtes (même espèce ou espèce différente), des descendants femelles sortent en majorité des grandes chrysalides, et des mâles se développent dans les petites.

19. Les *Itopectis* FÖRST. pondent de préférence des œufs femelles dans les chrysalides d'*Euproctis*, mais des œufs mâles et femelles dans des *Tenebrio* ayant approximativement la même taille.

20. Lorsqu'une *P. turionellae* L. pond alternativement dans des nymphes groupées dans un même papier, et dans des nymphes isolées, les descendants femelles sont localisés de préférence dans les nymphes groupées.

21. On obtient des résultats analogues, avec parfois apparition d'une « deuxième » et d'une « troisième période » (cf. n° 17), lorsqu'on multiplie le nombre de nymphes isolées présentées entre les nymphes groupées (6, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1...).

22. Le sexe ratio des descendants augmente brusquement lorsqu'on présente des séries de nymphes groupées à une Pimpline qui pondait précédemment dans des nymphes isolées.

23. Ni le taux de ponte, ni la mortalité différentielle ne peuvent expliquer pareils phénomènes.

24. Lorsqu'une femelle d'*Itopectis* FÖRST. pond dans 6 *Ephestia* entassées alternant avec 6 *Ephestia* alignées, ses descendants femelles sont parfois localisés dans les *Ephestia* entassées.

25. Les résultats de quelques expériences accessoires sont exposés dans le chapitre 25.

26. On peut se demander si la femelle de Pimpline ne « mesure » pas son hôte avec ses antennes : j'ai coupé les antennes d'une femelle d'*Itopectis* FÖRST. à l'extrémité du quatrième article du funicule; dès ce moment, la répartition des œufs mâles et femelles devint anarchique. Toutefois, cette expérience encore incomplète devrait être renouvelée et ses résultats confirmés.

27. De toutes mes expériences, je conclurai avec CUÉNOT, que le résultat obtenu, bien que passible de critique, confirme la théorie de DZIERZON.

## SUMMARY

## PART I

1. All the *Pimplinae* studied in the Laboratoire d'Évolution were reared in glass tubes where they were free to feed, copulate and reproduce. These parasites have been bred mainly from pupae of *Ephestia kühniella* z. and from nymphs of *Tenebrio molitor* L.

2. In nature, a very clear protandry is observed in the *Pimplines* in spring. On the other hand, in autumn, the males die out before the females. The abundance of each species varies appreciably from place to place and from year to year.

3. The *Pimplinae* have a capacity for cold resistance permitting of the conservation of the living females for several months in the refrigerator before being allowed to oviposit. Adults and mature larvae hibernate at field temperature. The nymphs of *Tenebrio*, *Ephestia*, etc., meant to be parasitised, have equally been conserved in cold storage.

4. In autumn, the *Pimplinae* enter into diapause; then they cease to oviposit and to feed on their hosts. Taken to the laboratory conditions of high temperature, they do not oviposit, and feed exclusively on honey. Their abdomen stores up a rich reserve of fat. It has not been possible to artificially interrupt the diapause, but diapause could be prevented by maintaining the rearings at high temperature all through the year.

5. The females of the *Pimplinae* feed on the body fluids of their hosts during the favourable season, even after having oviposited in them. They, and their males as well, show a marked preference for honey.

6. At a moderate temperature, longevity is over four months for the females of *P. turionellae* L., and three months for those of *Itopectis* FÖRST. The males have a shorter duration of life. Longevity depends on various factors, particularly on the food ingested during the larval stage. Some adult females conserved in cold storage lived up to two years.

7. The species that have been studied parasitise nymphs and pupae of species belonging to the various insect orders. Nevertheless, a certain amount of specificity is seen in these parasites. For example, the nymphs of *Tenebrio*, so favourable to the development of *P. turionellae* L., are less so for *Itopectis* FÖRST., and much less so for *Apechthis resinator* THNBG.

8. The size of these parasites vary according to that of the host; some females of *P. turionellae* L. measuring from 3 to 15 mm have been observed by me.

9. Copulation consists of a succession of reflex-actions in the male which twists the abdomen of the female even when she is lying on her back. In nature, the males detect the females while the latter are still enclosed in their pupal cases; the males gather round these pupal cases to copulate with the hatching females. Multiple copulations have been observed in all the species studied. Males originating from rearings maintained for a long time are often « paralysed » by contact with active female. Under the same conditions, the female often refuse to be copulated, or give only male descendants even after copulation. Non fertilised female give male descendants only.

10. Oviposition is not dependent on a sensation of emptiness or of repletion as suggested by PICARD, but on chemical sensations received by the ovipositor. *P. turionellae* L. is capable of laying, on the maximum, about 250 eggs, and *Itopectis* FÖRST., over 100 eggs.

11. Dissections of females have revealed that the acid and alkaline glands are situated respectively, either on the left side, or on the right side of the insect. The various components of the ovipositor (the dorsal and ventral valves) are amply provided with chemoreceptor organs. The canal of the spermatheca is provided with a very complex musculature, which, as in the Bees, permits of the functioning of the spermatheca like a « sperm pump ».



## PART II

12. In the Hymenoptera, sex is determined genetically according to the mechanism of haplo-diploidy. WHITING has specified that sex would be the result of the interaction of certain genes.

13. In chapter 13 have been enumerated some factors capable of modifying the determination of sex in the parasitic Hymenoptera.

14. All the works in connection with the theory of DZIERZON (or « the sex at the disposal of the mother ») have been re-examined. In order to become valid, the theory of DZIERZON must take into account the behaviour of the female, its anatomy and the nature of the chromosomes in the two sexes. Among the numerous works dealing with the sex-determination in the Bee, I know of no serious one which would permit of disproving the theory of DZIERZON. This theory has still to be completed. The same conclusions hold good for the *Apidae* *Osmia* LATR. and *Anthidium* F. the *Sphegidae*, the *Tiphidae*, etc. For the *Pimplinae*, the observations of CHEWYREUV are much more judicious than those of SEYRIG who rejects this theory.

15. *Personal observations*: in nature, it is difficult to estimate the sex-ratio of the Ichneumonids due to the protandry, the nocturnal habits of some of the females, etc.

16. Many difficulties (premature mortality, copulation without fecundation, host obstinacy, etc.) are encountered in rearings undertaken in the laboratory; however, the following results were obtained:

17. In hosts of large size, the *Pimplinae* lay, mainly or exclusively, fertilized eggs as had been already observed by CHEWYREUV. The small hosts, on the other hand, produce parasites mainly of the male sex; however, when a *Pimpline* oviposits exclusively in small hosts, it generally goes through a period « second period » during which it lays some fertilized eggs even in these small hosts. In the course of a last period « third period », it lays only male-forming eggs before death. Some internal factors, in addition to the external factors (size of host, etc.) play a role in sex-determination. In the laboratory, the *Pimplines* which have been freshly collected in nature, produce a greater number of female descendants.

18. When a *Pimpline* oviposits alternately in large and in small hosts (of the same or of different species), female descendants are produced by the majority of the large pupae, and some males develop in the smaller ones.

19. *Itoplectis* FÖRST. lays, by preference, female-producing eggs in the pupae of *Euproctis*, but male-producing and female-producing eggs in the nymphs of *Tenebrio* having approximately the same size.

20. When a *P. turionellae* L. oviposits alternately in nymphs grouped inside a paper covering, alternating with isolated nymphs, the female descendants usually come out of the grouped nymphs.

21. Analogous results are obtained, with occasional appearance of a « second » and of a « third period » (cf. no. 17), when we increase the number of isolated nymphs introduced between the grouped nymphs (6, 1, 1, 1, 6, 1, 1, 1, 1, ...).

22. The sex-ratio of the descendants increases abruptly when a series of grouped nymphs are offered to a *Pimpline* which had been ovipositing in isolated nymphs.

23. Neither the rate of egg-laying nor the differential mortality can explain such phenomena.

24. When a female of *Itoplectis* FÖRST. oviposits in 6 *Ephestia* packed together, alternating with 6 *Ephestia* arranged end to end, the female descendants are occasionally localised in the *Ephestia* packed together.

25. The results of some additional experiments are given in chapter 25.

26. It may be asked if the female *Pimpline* does not « measure » the host by means of its antennae: I have amputated the antennae of a female of *Itoplectis* FÖRST. at the extremity of the fourth segment of the funicle; from this time onwards, the distribution of male and female-forming eggs became disorderly. However, this experiment still incomplete, should be repeated and the results confirmed.

27. From my experiments, I will conclude, in agreement with CUÉNOT, that the results obtained, although open to criticism, confirm the theory of DZIERZON.



## BIBLIOGRAPHIE

- ADAM, A. — 1913. Bau und Mechanismus des *Receptaculum seminis* bei den Bienen, Wespen und Ameisen. — *Zool. Jahrb. Jena. Abt. f. Anat.*, **35**, 1-74.
- ARMERUSTER, L. — 1913. Chromosomenverhältnisse bei der Spermatogenese solitärer Apiden (*Osmia cornuta* LATR.). — *Archiv für Zellforschung*, **11**, 242-326.
- 1919. Methodisches und kritisches zur Geschlechtsbestimmungsfrage bei Bienen. — *Z. wiss. Insektenbiol. Berlin*, **15**, 73-79, 129-132.
- AUBERT, J.-F. — 1954. Observations préliminaires sur le déterminisme du sexe chez quelques Ichneumonides Pimplines élevées dans des nymphes de *Tenebrio molitor* L. — *Rev. Path. vég. Ent. agr. France*, **33** (2), 102-107.
- 1954. Certains insectes déterminent le sexe de leurs descendants en fonction des conditions extérieures. — *Bull. ann. Fond. suisse, Cité univ. Paris*, **3**, 11-20.
- AUDOUIN, V. — 1824. Lettre sur la génération des insectes adressée à M. ARAGO, président de l'Académie royale des sciences. — *Ann. Sci. Nat.*, **2**, 281-285.
- BAIRD, A. B. — 1922. Some notes on the Female Reproductive Organs in the Hymenoptera. — *Proc. Acadian. ent. Soc. Truro, N. S.*, **7**, 73-88.
- BAUMANN, C. — 1924. Ueber den Bau des Abdomens und die Funktion des Legeapparates von *Thalessa leucographa* GRAV. — *Zool. Anzeiger*, **58**, 149-162.
- BECKER, E. — 1930. Zur Frage von der Homologie des Männlichen und weiblichen äusseren Genitalapparates der Hymenopteren. — (Russian with german summary). *Rev. Zool. russe, Moscou*, **10** (4), 18-31.
- BERLEPSCH, A. V. — 1852 etc. Nombreuses notes. — *Eichstädter Bienenz.*, **8** et suiv.
- BLOCHMANN, F. — 1889. Ueber die Zahl der Richtungskörper bei befruchteten und unbefruchteten Bieneiern. — *Morph. J. B.*, **15**, 85-96.
- 1889. Les globules polaires chez les œufs d'insectes se développant sans fécondation. — *Bull. Sci. France, Belgique*, **3** (2), 93-94.
- BORDAGE, E. — 1912. Notes biologiques recueillies à l'île de la Réunion. — *Bull. Sci. Fr. Belg.*, **46**, 29-92.
- BORDAS, M. — 1893. Sur l'appareil génital mâle des Hyménoptères. — *C. R. Ac. Sci.*, **117**, 746-748.
- 1894. Anatomie de l'appareil venimeux des *Ichneumonidae*. — *Zool. Anz.*, **17**, 385-387.
- 1894. Appareil glandulaire des Hyménoptères. — *Thèse Fac. Sci. Paris*, Masson, 362 p.
- 1895. Appareil génital mâle des Hyménoptères. — *Ann. Sci. Nat. Zool.*, **20**, 103-184.
- 1897. Description anatomique et étude histologique des glandes à venin des insectes Hyménoptères. — G. Carré, Paris, 56 p.
- 1908. Sur quelques points d'anatomie des glandes venimeuses des Hyménoptères. — *Bull. Soc. ent. Fr.*, **8**, 136-140.
- 1917. Anatomie des glandes venimeuses des *Pimplinae*. — *Bull. Soc. ent. Fr.*, **12**, 197-198.
- 1919. Considérations générales sur les glandes venimeuses des Hyménoptères Térébrants. — *Insecta*, Rennes, **9**, 94-96.
- 1931. Anatomie comparée des ovaires de quelques Hyménoptères. — *C. R. Ac. Sci. Fr. Paris*, **192**, 1751-1753.
- BOULANGÉ, H. — 1924. Recherches sur l'appareil copulateur des Hyménoptères et spécialement des Chalastogastres. — *Mém. Trav. Fac. cathol. Lille*, **28**, 1-444.
- BOVERI, TH. — 1887. Zellen-Studien. — *Jenaisch. Zeitschr.*, **21**.
- 1890. *Id.*, **24**.
- 1905. *Id.*, **39**.
- BRESSLAU, E. — 1906. Der Samenblasengang der Bienenkönigin. — *Zool. Anz.*, **29**, 299-323.

- BROCHER, FR. — 1926. Observations sur le *Perithous mediator* GRAY. Étude anatomique de la tarière, de ses muscles et de son fonctionnement. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **95**, 391-410.
- BRUNSON, M. H. — 1937. The influence of the instars of host larvae on the sex of the progeny of *Tiphia popilliavora* ROH. — *Science*, **86**, p. 197.
- BUTTEL-REEPEN, H. v. — 1905. Die Ursachen der Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene und die analytisch-statistische Methode. — *Z. wiss. Insektenbiol.*, **1** (1. Folge **10**), 441-445.
- BUYSSON, R. DU. — 1892. Sur les glandes à venin des Ichneumonides. — *Rev. Ent.*, **11**, 257-258.
- 1900. Sur le *Pimpla flavipes* GRAY. (Hym.). — *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 164.
- CARLET, G. — 1884. Sur le venin des Hyménoptères et ses organes excréteurs. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **4**, CVIII-CX.
- CECCONI, G. — 1912. La Tortrice delle querce in Italia. — *Boll. Lab. Zool. Agr. Portici*, **6**, 308-319.
- CHAUVIN, R. — 1952. Déterminisme du polymorphisme social chez les Abeilles. — *Coll. internat. C.N.R.S. Paris*, **34**, 117-122.
- CHESHIRE, F. R. — 1885. The apparatus for differentiating the sexes in Bees and Wasps. An anatomical investigation into the structure of the Receptaculum Seminis and adjacent parts. — *J. Roy. micr. Soc. London*, **2** (5), 1-15.
- CHEWYREUV, I. — 1911. (Les insectes parasites et hyperparasites). — *Ed. départ. forestier St. Petersburg*, 1-60.
- 1913. (Regulierung des Geschlechts der Nachkommen durch die Weibchen der Ichneumoniden). — *St. Petersburg Bull. labor. Biol.*, **13** (2), 24-30.
- 1913. Le rôle des femelles dans la détermination du sexe de leur descendance dans le groupe des Ichneumonides. — *C.R. Soc. Biol. Paris*, **74**, 695-699.
- 1913. Oviposition in Ichneumon Flies. — *J. Microsc. Soc. London*, **4**, p. 385.
- CLAUSEN, C. P. — 1939. The effect of host size upon the sex ratio of Hymenopterous parasites and its relation to methods of rearing and colonization. — *J. New York, ent. Soc.*, **47** (1), 1-9.
- 1940. Entomophagous Insects. — Mc Graw Hill Rub. Co., London, 688 p.
- CUÉNOT, L. — 1899. Sur la détermination du sexe chez les animaux. — *Bull. Sci. Fr. Belg.*, **32** (1), 462-534.
- 1909. Les mâles d'Abeilles proviennent-ils toujours d'œufs parthénogénétiques? — *Bull. Sci. Fr. Belg.*, **43**, 1-9.
- CUSHMAN, R. A. — 1926. Location of individual hosts versus systematic relation of host species as a determining factor in parasitic attack. — *Proc. ent. Soc. Washington*, **28**, 5-6.
- DALLA TORRE, K. W. v. — 1910. Die Parthenogenese der Honigbiene. — *Zool. Zentralbl.*, **17**, 485-502.
- DESCY, A. — 1924. Recherches sur la sexualité et l'instinct chez les Hyménoptères. — *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **58**, 1-37.
- DETHIER, V. G. — 1947. The response of hymenopterous parasites to chemical stimulation of the ovipositor. — *J. exp. Zool.*, **105**, 199-207.
- DICKEL, F. — 1908. Zur Frage nach der Geschlechtsbestimmung der Honigbiene. — *Zool. Anz.*, **33**, 222-236.
- DONCASTER, L. — 1907. Spermatogenesis of the Honey bee. — *Anat. Anz.*, **31**, 168-169.
- DOTEN, S. B. — 1911. Concerning the relation of food to reproductive activity and longevity in certain Hymenopterous parasites. — *Agr. Experim. Station Univ. Nevada, Bull.*, **78**, 1-30.
- D'ROZARIO, A. M. — 1941. The development and homologies of the genitalia and their ducts in Hymenoptera. — *Abstr. Diss. Univ. Cambridge*, 23-24; *Id.* 1942. — *Trans. R. ent. Soc. London*, **92**, 363-415.
- DUFOUR, L. — 1841. Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hyménoptères et les Névroptères. — *Mém. Acad. Roy. Sc. Inst. Fr.*, **7**, 267-647.
- DZIERZON, J. — 1845 etc. — Nombresuses notes. — *Eichstädter Bienenzeitung*.

- FABRE, J. H. — 1879-1890. Souvenirs entomologiques. — Paris Delagrave, 3<sup>e</sup> série, 317-433.
- FAHRINGER, J. — 1922. Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Schmarotzerwespen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung für biolog. Bekämpfung von Schädlingen. — *Zeitschr. angew. Ent. Berlin*, **8**, 325-88.
- FAURE, J. C. — 1924. Sur le déterminisme de la ponte chez *Pimpla instigator*, Ichneumonide parasite de *Pieris brassicae* L. — *Feuille Nat. Paris*, **45**, 153-157.
- 1926. Sur l'origine adaptative de la tarière des Hyménoptères parasites. — *C.R. Biol. Lyon*, **94**, 1162-1163.
- 1926. Contribution à l'étude d'un complexe biologique : la Piéride du chou (*Pieris brassicae* L.) et ses parasites Hyménoptères. — *Thèse, Fac. Sc. Lyon*, 1-223.
- FAURE, J. C. & A. PAILLOT. — 1923. Observations biologiques sur *Hemiteles areator* GRAY. — *C.R. Soc. Biol. Paris*, **89**, 1301-1302.
- FLANDERS, ST. E. — 1939. Environmental control of sex in Hymenopterous insects. — *Ann. Ent. Soc. Amer. Columbus*, **32**, 11-26.
- 1942. Oösorption and ovulation in relation to oviposition in the parasitic Hymenoptera. — *Id.*, **35** (3), 251-266.
- 1942. The sex ratio in the Hymenoptera a function of the environment. — *Ecology*, Lancaster Pa, **23**, 120-121.
- 1943. The role of mating in the reproduction of parasitic Hymenoptera. — *J. ec. Ent.*, **36**, 802-803.
- 1944. Diapause in the parasitic Hymenoptera. — *Id.*, **37**, 408-411.
- 1944. Olfactory responses of parasitic Hymenoptera in relation to their mass production. — *Id.*, **37** (5), 711-712.
- 1945. The role of the spermatophore in the mass propagation of *Macrocentrus ancylivorus*. — *Id.*, **38**, 323-327.
- 1945. The bisexuality of uniparental Hymenoptera, a function of the environment. — *Amer. Naturalist. Lancaster*, **79**, 122-141.
- 1950. Control of sex in the honeybee. — *Sci. Monthly*, **71** (4), 237-240.
- 1950. Regulation of ovulation and egg disposal in the parasitic Hymenoptera. — *Canad. Ent.*, **82**, 134-39.
- 1956. The mechanisms of sex-ratio regulation in the parasitic Hymenoptera. — *Insectes sociaux*, **3**, 325-334.
- FOX, J. H. — 1927. The life history of *Exeristes roborator* FAB. a parasite of the European Corn borer. — *Nat. Res. Council Univ. Ontario, Ottawa*, **21**, 1-72.
- FRANÇOIS, FRÈRE F. RUEHER. — 1937. Das Rätsel der Geschlechtsbestimmung des Bieneneies. — *Elsass Lothring. Bienenzücht.* **65**.
- FRINGS, C. F. — 1929. Beobachtete Paarung bei Ichneumoniden. — *Soc. ent. Stuttgart*, **44**, 26.
- FRINGS, H. & M. — 1949. The loci of contact chemoreceptors in insects. — *Amer. Midl. Nat.*, **41**, 602-658.
- FRÜHAUF, E. — 1924. Lege-Apparat und Eiablage bei Gallwespen. — *Zeitschr. wiss. Zool.*, **121**, 656-723.
- FULTON, B. B. — 1933. Notes on *Habrocytus cerealellae* ASHM., parasite of the Angoumois grain moth. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **26**, 536-553.
- GENIEYS, P. — 1925. *Habrobracon brevicornis* WSM. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **18** (2), 143-202.
- GIVEN, B. B. — 1944. Notes on the anatomy of *Diadromus (Thyraeella) collaris* GRAY. (*Hym. Ichn.*). — *Trans. Roy. Soc. New Zeal.*, **74** (2), 154-164.
- GRAHAM, A. G. — 1947. Feeding of *Pimpla examiner* RATZ. on host pupae exposed for parasitism. — 77th. *Rep. entom. Soc. Ontario* (1946), 44-55, *Toronto*.
- GRASSÉ, P. P. — 1935. Parasites et parasitisme. — Paris, A. Colin, 224 p.
- 1951. *Traité de zoologie*. — Paris, Masson & C<sup>ie</sup>, **10** (1), 1-978, **10** (2), 1-1948.
- GÜHL, A. & R. DOZORCEVA. — 1934. A contribution to the knowledge of sex determination in *Hymenoptera*. *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S., Leningrad*, **3**, 522-526.

- HANNA, A. D. — 1935. Fertility and toleration of low temperature in *Euchalcidia caryobory* HANNA (*Hym. Chalcid.*). — *Bull. ent. Res.*, **26**, 315-322.
- HASE, A. — 1924. Die Schlupfwespen als Gifttiere. — *Biol. Zbl. Leipzig*, **44** (5), 209-243.  
— 1924. Beiträge zur Kenntnis des Geschlechtslebens männlicher Schlupfwespen. — *Arb. Biol. Reichsanst. Land Forstwiss. Berlin*, **12** (5), 339-346.  
— 1937. Neue Beobachtungen über die Männchen und Weibchen der Schlupfwespe *Nemeritis canescens* GRAV. — *Arb. morphol. tax. Ent. Berlin-Dahlem*, **4**, 47-61.
- HEBERDEY, R. — 1931. Zur entwicklungsgeschichte, vergleichenden Anatomie und Physiologie der weiblichen Geschlechtsausführewege der Insekten. — *Zeitschr. Morphol. Oekol. Tiere, Berlin*, **22**, 416-586.
- HOLDAWAY, F. G. & H. F. SMITH. — 1932. A relation between size of host puparia and sex ratio of *Alysia manducator* PANZ. — *Austr. J. exp. Biol. Med. Sc.*, **10**, 247-259.
- JACK, R. W. — 1916-1917. Parthenogenesis amongst the workers of the Cape Colony honey-bee. — *Tr. ent. Soc. London*, 396-403.
- JACKSON, D. J. — 1937. Host-selection in *Pimpla examinator* F. — *Proc. Roy. ent. Soc. London*, **12**, 81-91.
- JACOBI, E. F. — 1939. Ueber Lebensweise, Auffinden des Wirtes und Regulierung der Individuenzahl von *Mormoniella vitripennis* WALKER. — *Arch. néerl. Zool.*, **3**, 197-282.
- KAWALL, J. H. — 1870. Entomologische Anmerkungen. — *Stett. Ent. Ztg.*, **21**, 108-110.
- KERR, W. E. — 1950. Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. — *Genetics*, **35**, 143-152.  
— 1950. Evolution of the mechanism of caste determination in the genus *Melipona*. — *Evolution*, **4** (1), 7-13.  
— 1952. A variação do numero de cromosomas na evolução dos Hymenoptera. — *Sci. genet. Turin*, **4**, 182-190.
- KERR, W. E. & H. H. LAIDLAW. — 1956. General Genetics of Bees. — *Advances in Genetics*, **3**, 109-153.
- KHALIFA, ABD EL FATTAH. — 1948-1949. The biology of spermatophore production in Insects. — *Abstr. Diss. Univ. Cambridge*, 27-28.
- KOSTITZIN, V. A. — 1935. Sur la relation entre le sexe et le nombre de parasites dans le même hôte. — *C. R. Ac. Sci. Fr., Paris*, **201**, 624-626.
- KRAEPELIN, C. — 1873. Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwicklungsgeschichte des Stachels der Bienenartigen Tiere. — *Zeitschr. wiss. Zoologie*, **23**, 289-330.
- KÜCHENMEISTER, F. — 1857. Warum legt eine Bienenkönigin ein unbefruchtetes Ei in eine Drohnenzelle? Warum ein befruchtetes in die Arbeiterzelle und primäre Weiselwiege, etc.? — *J. Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen u. der Tiere*, **3**, 233-267.
- KUTTAMATHIATHU, J. J. — 1956. De la présence de chimiorécepteurs sur la tarière de *Philotrypesis caricae* L. (*Hym. Chalcid. Callinomidae*). — *C. R. Ac. Sci.*, **243**, 1163-1164.
- LABOULBÈNE, A. — 1858. Histoire d'un Ichneumon parasite des Araignées (*Pimpla fajrmairii*). — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **6**, 797-817.
- LACAZE-DUTHIERS, M. — 1849. Recherches sur l'armure génitale des insectes. — *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 3<sup>e</sup> sér., **12**, 353-374; 1850, *id.*, **14**, 17-52.
- LEONARDI, G. — 1928. Elenco delle specie di Insetti dannosi e loro parassiti ricordati in Italia fino all' anno 1911. — *Ann. R. Sc. Sup. Agric., Portici, Modena*, **17** (3), 1-159.
- LEUCKART, R. — 1858. Zur Kenntnis des Generationswechsels und der Parthenogenese der Insekten. — *J. Moleschotts Unters. zur Naturlehre des Menschen u. der Tiere*, **4**, 327-438.
- LEYDIG, F. — 1859. Zur Anatomie der Insekten. — *Arch. Anat. Physiol.*, 149-183.  
— 1921. Sur la biologie d'un Chalcidien. — *C. R. Ac. Sci.*, **173**, 733-735.
- LILLIE, F. R. — 1919. Problems of fertilization. — *Univ. Chicago Sci. Ser.*, **12**, 1-278.



- MACKENSEN, O. — 1939. Egg viability in the honey bee and its bearing on the problem of sex determination. — *Genetics, Menasha*, **24**, 79-80.  
— 1943. The occurrence of parthenogenetic females in some strains of honey bees. — *J. ec. Ent.*, **36** (3), 465-467.
- MANNING, F. J. — 1952. Sex determination in the honey bee. — *Evolution, Lancaster*, **6**, 443.  
— 1953. The sex chromosom of the honey bee. — *Id.*, **7**, 388-390.  
— 1956. The structure and fonction of the spermatheca in Sawflies, Wasps and Bees. — *Microscope G. B.*, **10** (11), 282-284 (12), 318-325.
- MARCHAL, P. — 1894. Sur le réceptacle séminal de la guêpe. — *Bull. Soc. ent. Fr.*, **63**, 44-49.  
— 1896. La reproduction et l'évolution des guêpes sociales. — *Arch. Zool. expér. génét.*, 3<sup>e</sup> sér., **4**, 1-100.
- MARK, E. L. & M. COPELAND. — 1906. Some stages in the spermatogenesis of the honey bee. — *Proc. Amer. Ac. Arts Sc.*, **42**, 101-112.
- MARTELLI, G. — 1907. Contribuzioni alla biologia della *Pieris brassicae* L. e di alcuni suoi parassiti ed iperparassiti. — *Boll. Lab. Zool. Agr. Portici*, **1**, 170-224.  
— 1931. Contributo alla conoscenza dell'« *Aporia crataegi* L. » e di alcuni suoi parassiti ed epiparassiti. — *Id.*, **25**, 171-241.
- MAYER, K. — 1934. Beitrag zur Sinnesphysiologie der Schlupfwespe *Nemeritis canescens* GRAV. — *Arb. phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem*, **1** (3), 245-248.
- MEVES, FR. — 1903. Ueber Richtungkörperbildung im Hoden von Hymenopteren. — *Anat. Anz.*, **24**, 29-32.  
— 1907. Die Spermatocytenbildung bei der Honigbiene (*Apis mellifica*) nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. — *Archiv. mikros. Anat. Bonn*, **70**, 414-491.
- MEYER, N. F. — 1925. Zur Biologie und Morphologie von *Pimpla examinator* F. — *Zeitschr. angew. Ent.*, **11** (2), 202-212.
- MOREAUX, DR. — 1951. Mise au point des connaissances actuelles relatives à la ponte et au déterminisme du sexe chez l'Abeille. — *Bull. Soc. Sc. Nancy*, **10**, 21-33.
- MORLEY, CL. — 1933. The Hymenopterous parasites of the British Lepidoptera. — *Trans. ent. Soc. London*, **81** (2), 133-183.
- MOURSI, A. A. — 1946. The effect of temperature on the sex ratio of parasitic Hymenoptera. — *Bull. Soc. Fouad 1<sup>er</sup> Entom.*, **30**, 21-37.  
— 1946. The effect of temperature on development and reproduction of *Mormoniella vitripennis* Wlk. (*Hym. Chalcid. Pteromal.*). — *Id.*, 39-61.
- NACHTSHEIM, H. — 1913. Cytologische Studien über die Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). — *Archiv. f. Zellforschung*, **11**, 169-241.
- NARAYANAN, E. S. & B. R. SUBBA RAO. — 1955. Studies in Insect Parasitism I-III. The effect of different hosts on the physiology, on the development and behaviour and on the sex ratio of *Microbracon gelechia* ASHM. — *Beitr. z. Ent.*, **5** (1-2), 36-60.  
— 1955. The anatomy of the female reproductive system of *Microbracon gelechia* ASHM. — *Id.*, **5** (3-4), 286-293.
- NICOLAS, H. — 1892. Vues générales sur les Hyménoptères. — *Congr. Zool. Moscou*, **2**, p. 114.
- NOLAN, W. J. — 1938. Sex determination in the Honeybee. — *Proc. ent. Soc. Wash.*, **40**, 105-107.
- ONION, G. W. — 1912-1914. South African « fertile » worker bees. — *Agr. J. Union South Africa*, **3**, 720-728; **7**, 44-46.
- PAILLLOT, A. — 1923. Sur la variabilité du cycle évolutif d'un Ichneumonide parasite nouveau des larves de *Neurotoma nemoralis* L. — *C. R. Soc. Biol.*, **89**, 1045-1048.
- PAMPEL, W. — 1914. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Ichneumoniden. — *Zeitschr. wiss. Zool.*, Leipzig, **108**, 290-357.
- PASTEELS, J. — 1949. Déterminisme du sexe et parthénogenèse chez les Hyménoptères. — *Bull. Ann. Soc. ent. Belgique*, **24** (1-2), 9-16.

- PATTERSON, J. T. — 1917. Studies on the biology of *Paracopidosomopsis*. I. Data on the sexes. — *Biol. Bull.*, **32**, 291-305.
- PAULCKE, W. — 1899. Zur Frage der parthenogenetischen Entstehung der Drohnen (*Apis mellifica* L. ♂). — *Anat. Anz.*, **16**, 474-476.
- PAWLOWSKY, E. — 1914. Matériaux sur l'anatomie comparée de l'appareil génital des Hyménoptères. II. Les principaux types de glandes supplémentaires (venimeuses) de l'appareil génital féminin. — *Rev. russe Ent.*, *Petrograd*, **14**, 235-242.
- PECK, O. — 1937. The male genitalia in the Hymenoptera (Insecta) especially the family *Ichneumonidae* I, II. — *Canad. J. Res.*, *Ottawa*, **15**, *Zool. Sc.*, 221-252, 253-274.
- PERKINS, J. F. — 1941. A synopsis of the British *Pimplini*, with notes on the synonymy of the European species (*Hym. Ichneumonidae*). — *Trans. Roy. ent. Soc. London*, **91** (12), 637-659.
- PETRUNKEWITSCH, A. — 1901. Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenerei. — *Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontog.*, **14**, 573-608.
- 1903. Das Schicksal der Richtungskörper im Drohnerei. — *Id.*, **12**, 481-516.
- PHISALIX, C. — 1904. Recherches sur le venin des Abeilles. — *C. R. Ac. Sci. Paris*, **139**, 326-328.
- 1922. Animaux venimeux et venins. — Masson, Paris, 1-656.
- PICARD, M. F. — 1912. Sur la biologie du *Cacoecia costana* et de son parasite *Nemorilla varia*. — *C. R. Ass. franç. Avanc. Sci. Paris*, 429-433.
- 1921. Le déterminisme de la ponte chez un Hyménoptère Térébrant, le *Pimpla instigator* F. — *C. R. Ac. Sci. Paris*, **173**, p. 1617.
- 1922. Contribution à l'étude des parasites de *Pieris brassicae* L. — *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **56** (1), 54-130.
- POPOVICI-BAZNOȘANU, A. — 1909. Étude biologique comparative sur quelques espèces d'*Osmia*. — *Arch. Zool. exp. gén.*, **2**, (5), 1-26.
- RATH, O. — 1894. Ueber abnorme Zustände im Bienenstock. — *Ber. Ges. Freiburg*, **8**, 142-151.
- RICHARDSON, C. H. — 1925. The oviposition response of Insects. — *U. S. Dep. Agr. Wash. Dept. Bull.*, 1324, 1-17.
- RIS, H. & W. E. KERR. — 1952. Sex determination in the honey bee. — *Evolution, Lancaster*, **6**, 444-445.
- ROTSCHILD, LORD. — 1955. The spermatozoa of the Honey-bee. — *Trans. R. ent. Soc. London*, **107**, 289-294.
- RUTTNER, F. — 1956. Zur Frage der Spermaübertragung bei der Bienenkönigin. — *Insectes sociaux*, **3**, 351-359.
- SALT, G. — 1935. Experiment. studies in Insect parasitism *Trichogramma*, III Host selection. — *Proc. Roy. Soc. London (B)*, **117**, 413-435.
- 1936. *Id.* IV The effect of superparasitism on population of *Trichogramma evanescens* wstw. — *J. exp. Biol. Cambridge*, **13**, 363-375.
- 1937. The sense used by *Trichogramma evanescens* wstw. to distinguish between parasitised and unparasitised hosts. — *Proc. Roy. Soc. London (B)*, **122**, 57-75.
- 1941. The effects of hosts upon their Insect parasites. — *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, **16**, 239-264.
- SANDERSON, A. R. & D. W. HALL. — 1948. The cytology of the honey bee *Apis mellifica* L. — *Nature*, **162**, 4105, 34-35.
- 1951. La sexualité chez l'Abeille. — *Endeavour*, **10** (37), 33-39.
- 1951. Sex determination in the honey bee. — *Evolution, Lancaster Pa.*, **5**, 414-415.
- SANSON, A. — 1878. Note sur la parthénogenèse chez l'Abeille. — *Ann. Sci. Nat.*, (6), **7**, art. N° 19, 1-14.
- SCHMIEDER, R. G. — 1938. The sex ratio in the *Melittobia chalybii* ASHM., gametogenesis and cleavage in females and in haploid males (*Hym. Chalcidoidea*). — *Biol. Bull.*, **74-75**, 256-266.

- SCHNEIDER, F. — 1950. Die Entwicklung des Syrphidenparasiten *Diplazon fissorius* GRAY. (*Hym. Ichn.*). — *Mitt. Schweiz. ent. Ges.*, **23** (2), 155-194.  
— 1951. Einige physiologische Beziehungen zwischen Syrphidenlarven und ihren Parasiten. — *Zeitschr. angew. Ent.*, **33** (1-2), 150-162.
- SCHRADER, F. & A. H. STURTEVANT. — 1923. A note on the theory of sex determination. — *Amer. Natur.*, **57**, 379-381.
- SCHULTZE, P. — 1919. Einige Probleme der Geschlechtsforschung bei Insekten. — *D. ent. Zeitschr.*, 393-404.
- SCHÜTZE, K. T. & A. ROMAN. — 1931. Schlupfwespen. — *Isis, Bautzen*, **12**, 1-12.
- SEVYREV, I. — Voir CHEWYREUV I.
- SEYRIG, A. — 1924. Accouplement des Ichneumons. — *Ann. Soc. ent. Fr. Paris*, **92**, 300.  
— 1924. Observations sur la biologie des Ichneumons. — *Id.*, **92** 345-362.  
— 1926. Observations sur les Ichneumonides 1<sup>re</sup> série. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **95**, 157-172.  
— 1935. Relations entre le sexe de certains Ichneumonides (*Hym.*) et l'hôte aux dépens duquel ils ont vécu. — *Id.* **40** (5), 67-70.
- SIEBOLD, C. TH. — 1843. Über das Receptaculum Seminis der Hymenopterenweibchen. — *Germer's Zeitschr. Entom.*, **4**, 362-388.  
— 1856. Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. — Leipzig, Engelmann, 1-144.  
— 1871. Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. — Leipzig, 1-238.
- SILVESTRI, F. — 1911. Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbioti. II *Plusia gamma* L. — *Boll. Zool. agr. Portici*, **5**, 287-319.  
— 1912. *Id.* III. La Tignoletta dell'uva (*Polychrosis botrana* SCHIEFF.) con un cenno sulla Tignola dell' uva (*Conchylis ambiguella* HB.). — *Id.*, **6**, 246-307.
- SIMMONDS, F. J. — 1947. Improvement of the sex ratio of a parasite by selection. — *Canad. Ent. Guelph.*, **79**, 41-44.
- SNOODGRASS, R. E. — 1910. The anatomy of the Honey bee. — *U. S. Bur. of Entom. Bull.*, **18**, 1-162.  
— 1925. Anatomy and Physiology of the Honey bee. — New York, 1-327.  
— 1935. Principles of Insect morphology. — New York, London, 1-667.  
— 1941. The male genitalia of Hymenoptera. — *Smithson. Miscell. Coll. Wash.*, **99** (14), 1-86.
- STELLWAAG, F. — 1921. Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. — *Monogr. zur angew. Ent. Berlin*, Nr. 6, 1-100.
- SWAIN, R. B., W. GREEN & R. PORTMAN. — 1938. Notes on oviposition and sex ratio in *Hyposoter pilosulus* PROV. (*Hym. Ichn.*). — *J. Kans. ent. Soc. Mc Pherson*, **11**, 7-9.
- SWAMMERDAM, J. — 1738. *Biblia naturae*. — Leyden.
- TABER, ST. — 1954. The frequency of multiple mating of queen honey bees. — *J. ec. Ent.*, **47**, 995-998.  
— 1955. Sperm distribution in the spermathecae of multiple mated queen Honey bees. — *J. ec. Ent.*, **48**, 522-525.
- TAYLOR, T. H. C. — 1937. The biological control of an Insect in Fiji. — *Imp. Inst. Ent. London*, 1-239.
- THOMPSON, W. R. — 1943-1951. A catalogue of the parasites and predators of Insect pests. — Belleville Ont. Canada.
- THOMPSON, W. R. & H. L. PARKER. — 1927. Études sur la biologie des insectes parasites. La vie parasitaire et la notion morphologique de l'adaptation. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **96**, 113-146.  
— 1927. The problem of host relations with special reference to entomophagous parasites. — *Parasitology, Cambridge*, **19**, 1-34.
- THORPE, W. H. & H. B. CAUDLE. — 1938. A study of the olfactory responses of Insect parasites to the food of their host. — *Parasitology, Cambridge*, **30**, 523-528.
- TROUVELOT, B. — 1921. Observations biologiques sur l'*Habrobracon johanseni* VIER. — *C. R. Soc. Biol.*, **87**, 1022-1024.

- ULLYETT, G. C. — 1936. Host selection by *Microplectron fuscipennis* ZETT. (Chalcid. Hym.). — *Proc. Roy. Soc. (B)*, **120**, No. 817, 253-291.  
 — 1949. Distribution of progeny by *Chelonius texanus* CRESS. (Hym. Braconidae). — *Canad. Ent.*, **81**, 25-44.  
 — 1949-1950. Distribution of progeny by *Cryptus inornatus* PRATT. — *Id.*, **81** (12), 285-299, **82** (1), 1-11.
- VANDEL, A. — 1927. La cytologie de la parthénogenèse naturelle. — *Bull. Biol. Fr. Belgique*, **61**, 93-125.  
 — 1931. La parthénogenèse, Paris, Doin, 1-412.  
 — 1935. Relations entre le sexe des Hyménoptères parasites et la taille de leurs hôtes. — *Bull. Soc. ent. Fr.*, **40**, 136-37.
- VERGNE, M. — 1935. Contribution à l'éthologie et au développement postembryonnaire de quelques Hyménoptères prédateurs (Sphégyiens) en particulier de *Philanthus triangulum* F. — *Thèse Fac. Sci. Paris*, 1-141.
- VERHOEFF, C. — 1892. Neue und wenig bekannte Gesetze aus der Hymenopterenbiologie. — *Zool. Anz.*, **15**, 362-370.
- VOUKASSOVITCH, P. — 1927. Sur l'accouplement des Hyménoptères parasites. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **96**, 263-269.  
 — 1931. Sur la ponte des insectes parasites entomophages. — *C. R. Soc. Biol.*, **106**, 695-697.  
 — 1932. Contribution à l'étude des parasites et hyperparasites d'*Hyponomeuta malinellus* z. — *Rev. Zool. Agr. appl., Bordeaux*, **31**, 108-120, 124-136, 137-145, 153-160, 174-182.
- WAGNER, W. — 1909. Anlockung der Schlupfwespen-Männchen durch Weibchen die noch im Cocon sassen. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol., Berlin*, **5**, p. 245.
- WEISMANN, A. — 1900. Über die Parthenogenese der Bienen. — *Anat. Anz.*, **18**, 492-499.
- WEYER, F. — 1927. Die rudimentären Keimdrüsen in Lebensablauf der Arbeiter von *Formica rufa* L. und *Camponotus ligniperda* LATR. mit Berücksichtigung der übrigen sozialen Hymenopteren. — *Zool. Anz.*, **24**, 205-221.
- WHITING, P. W. — 1925. Diploid males from fertilized eggs in Hymenoptera. — *Science, New York*, **62**, 437.  
 — 1934. Selective fertilization and sex determination in Hymenoptera — *Amer. Nat. New York*, **68**, 68.  
 — 1935. Genic balance, sex determination and selective fertilization in Hymenoptera. — *Proc. Amer. phil. Soc. Philadelphia*, **75**, 517-520.  
 — 1940. Multiple alleles in sex determination of *Habrobracon*. — *J. Morph.*, **66**, 325-355.
- WILLIAMS, J. R. — 1951. The factors which promote and influence the oviposition of *Nemeritis canescens* GRAV. (Ichtn. Ophioninae). — *Proc. Roy. ent. Soc. London (A)*, **26**, 49-58.
- WOYKE, J. — 1955. Multiple mating of the Honey bee queen (*Apis mellifica* L.) in one nuptial flight. — *Bull. Acad. polon. Sci. Warsaw*, **3**, 175-180.
- ZANDER, E. — 1911. Der Bau der Biene. — Stuttgart, Ulmer, 1-182.

(Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés,  
 Faculté des Sciences, Paris).



## SOMMAIRE

## Informations concernant la C.I.L.B.

Mission A. S. BALACHOWSKY en Inde et Liban (janvier-février 1959), p. 191.

Mémoires originaux  
présentés au Colloque sur la Pathologie des Insectes  
(La Minière 22-24 octobre 1958)

- A. BONNEFOI & Mme S. BÉGUIN : Recherches sur l'action des cristaux de *Bacillus thuringiensis* BERLINER souche « Anduze », p. 193. — A. BURGERJON : Titrage et définition d'une unité biologique pour les préparations de *Bacillus thuringiensis* BERLINER, p. 201. — A. BURGERJON & P. GRISON : Sensibilité de différents Lépidoptères à la souche « Anduze » de *Bacillus thuringiensis* BERLINER, p. 207. — D. MARTOURET : Applications diverses et normes d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* BERLINER, souche « Anduze », p. 211. — E. N. G. VAN DAMME & P. A. VAN DER LAAN : Some observations on the effect of E-58 Powder (*Bacillus thuringiensis* BERLINER) on *Malacosoma neustria* L. (*Lepid.*), p. 221. — A. BONNEFOI & M. TOUCAS : Essais de thermorésistance de l'organisme responsable de la maladie laiteuse de la larve du hanneton (*Melolontha melolontha* L.), p. 227. — B. HURPIN : Étude de diverses souches de maladie laiteuse sur les larves de *Melolontha melolontha* L. et sur celles de quelques espèces voisines, p. 233. — K. AIZAWA & C. VAGO : Essais de cultures de tissus de Lépidoptères sur matières plastiques, p. 249. — D. MARTOURET & G. DUSAUSOY : Multiplication et extraction des corps d'inclusion de la virose intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., p. 253. — E. MÜLLER-KÖGLER : Zur Isolierung und Kultur insektenpathogener Entomophthoraceen, p. 261. — Discussion des rapports présentés au deuxième colloque de la C.I.L.B. sur la Pathologie des Insectes et la lutte microbiologique, p. 275.

## Documentation

Première liste de souches de germes entomopathogènes : par C. VAGO, p. 28 ;  
par E. MÜLLER-KÖGLER, p. 288.

## INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

---

### MISSION A. S. BALACHOWSKY EN INDE ET LIBAN

(janvier-février 1959)

Au cours de son récent séjour en Inde où il a représenté l'Institut de France et l'Institut Pasteur aux cérémonies jubilaires du « Haffkine Institute » de Bombay et au « Indian Congress of Science » à New Delhi, notre président A. S. BALACHOWSKY a donné deux conférences sur *Les Progrès récents accomplis dans la lutte biologique en Europe occidentale et dans le bassin méditerranéen.*

La première conférence eut lieu à Bombay (Haffkine Institute) le 14 janvier 1959, la deuxième à New Delhi le 27 janvier 1959 sous les auspices de l'« Indian Entomological Society » dans le cadre du « Puna Research Institute ».

Le 4 février 1959, une conférence sur le même sujet a été faite à l'université américaine de Beyrouth (Liban) en plein accord avec la mission agronomique libano-française.

L'ensemble de ces conférences qui furent suivies de discussions a eu pour but d'attirer l'attention des milieux scientifiques de la République indienne et libanaise, sur les recherches et les travaux accomplis ces dernières années par les groupes de travail de la C.I.L.B. dans les différentes disciplines de la lutte biologique notamment sur les bactérioses et viroses d'insectes.

De nombreuses précisions ont été demandées au conférencier sur l'organisation même et le fonctionnement de la C.I.L.B. avec laquelle nos collègues indiens et libanais souhaitent vivement collaborer dans l'avenir.

---

## MÉMOIRES ORIGINAUX

### RECHERCHES SUR L'ACTION DES CRISTAUX DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER SOUCHE « ANDUZE »

PAR

A. BONNEFOI et Mme S. BÉGUIN

Depuis que, dans différents pays, on a intensifié les recherches sur l'utilisation des bactéries dans la lutte contre les insectes, ce sont surtout des germes du genre *Bacillus* qui ont été employés, sous la forme de *poudre* ou de *suspensions* de spores (il a été, en effet, unanimement constaté que les cultures jeunes, non sporulées sont inoffensives pour les larves des insectes traités). Mais, parmi ces bactéries du groupe *Bacillus*, seules quelques espèces semblent pathogènes, les *Bacillus subtilis*, les *Bacillus megatherium* n'ont pas — pas encore, du moins — été signalés comme virulents ou toxiques pour quelque insecte que ce soit. Par contre des épizooties, spontanées ou provoquées, dues à des *B. cereus*, ou des *B. thuringiensis* ont été constatées fréquemment. Ce n'est pas ici le moment de discuter si les *B. cereus* pathogènes sont, en réalité, des *B. thuringiensis*; cette discussion de systématique bactérienne a d'ailleurs déjà eu lieu ailleurs, et il ne nous appartient pas de trancher le débat.

Il nous semble que l'on peut néanmoins affirmer, qu'en général les *B. thuringiensis*, et les *B. cereus* les plus pathogènes pour les insectes, ont un caractère commun : la production, au moment de la sporulation, d'un cristal de forme rhomboédrique qui apparaît dans le corps bactérien, à côté de la spore, presque aussi réfringent que celle-ci, et est libéré, comme la spore, après lyse des germes. L'étude physicochimique détaillée en a été faite en 1954-1955 par HANNAY & FITZ-JAMES (1954-1958), sur les cristaux élaborés par *B. thuringiensis* BERLINER. Il s'agit d'une protéine, soluble dans les solutions alcalines de pH 12,5 environ.

Ainsi, lorsque l'on traite des chenilles, en pulvérisant sur les feuillages alimentaires, les poudres ou suspensions de spores, les larves meurent, après avoir ingéré deux éléments différents : la spore, et le cristal.

On s'est alors naturellement demandé lequel de ces deux éléments

était responsable de l'action des préparations. Le problème est important à deux points de vue :

- D'une part au point de vue théorique;
- D'autre part au point de vue pratique pour titrer et mesurer, si c'est possible, le degré d'activité de préparations différentes.

Si le pouvoir pathogène est lié à l'action des spores, il sera probablement en rapport avec le nombre de spores présentes, et il suffira de compter les spores, ce qui, d'ailleurs, n'est pas très aisé. Si, au contraire, il s'agit d'une toxicité liée au cristal, il faudra plutôt s'orienter vers un dosage de ces cristaux.

Dès 1915, AOKI & CHIGASAKI (1915) signalent que l'action léthale de *B. cereus*, var. *sotto* est due plutôt à l'action d'une substance toxique élaborée pendant la croissance.

HANNAY en 1953, remarque que la majorité des souches qui sont pathogènes pour les insectes forment un cristal, et celles qui ne le sont pas en sont dépourvues. Après une ébauche de séparation des spores et des cristaux de *B. cereus* var. *sotto* par une dissolution de ceux-ci dans l'alcali dilué suivie de centrifugation, ANGUS (1954) constate que seul le surnageant, pourtant très peu riche en spores, reste actif, et provoque la paralysie des larves, tandis que le culot, composé en majorité de spores, est inactif. Trois ans plus tard, il prépare (ANGUS, 1956 a, b, c), la toxine de *B. sotto* à partir d'une suspension enrichie en cristaux qu'il soumet à des cycles répétés de dissolution en milieu alcalin, suivie de dialyse et précipitation en milieu acide, jusqu'à obtention d'une poudre blanche qui, tant au point de vue composition en acides aminés, comportement électrophorétique, spectre d'absorption de l'U.V. que toxicité vis-à-vis des insectes, ne diffère pas des suspensions pures de cristaux étudiés par HANNAY & FITZ-JAMES (1954-1955), ce qui amène ANGUS à conclure que *the paralysis inducing principle is associated with or derived from the crystals*.

STEINHAUS & JERREL (1954) testent 51 souches de *Bacillus* vis-à-vis de deux sortes de chenilles *Colias philodice eurytheme* BOISD et *Junonia coenia* HBN, constatent que les 11 souches de *B. thuringiensis*, portant le cristal, ont été les plus actives, et attribuent alors un rôle déterminant au cristal dans l'action toxique des suspensions.

Plus récemment O. I. SCHWETZOVA (1958) communique au congrès de Prague du mois d'août dernier, les résultats de ses expériences. Elle a étudié l'action de différentes souches de *Bacillus* du groupe *cereus* et *megatherium* isolées de plus de 7 hôtes différents, et a observé que *les cultures sans inclusions cristallines ne sont pas pathogènes pour les insectes*. Elle a même précisé à propos des différentes formes de ces inclusions : *Seules les souches avec cristal rhomboédrique typique ont une action toxique optima*. Par contre, GRISON rapporte que la



souche la plus active trouvée par les chercheurs russes, isolée de *Galleria*, possède des cristaux arrondis et non rhomboédriques.

En Tchécoslovaquie, J. VANKOVA (1958) cultive des *B. thuringiensis*, élaborant des cristaux, dans un but d'application pratique en plein champ.

Face à cet ensemble d'observations qui tend à attribuer au cristal le principal rôle dans l'action toxique des préparations sporulées de *Bacillus*, TOUMANOFF & HEIMPEL émettent un avis différent.

TOUMANOFF (1954) affirme que certaines souches de *B. cereus* qui furent virulentes en 1950, sont dépourvues de cristal; il rapporte également (1955) que la souche de *B. cereus* var. *Alesti*, qui a perdu le cristal après 25 à 30 repiquages successifs sur gélose à pH 9-9,5 reste virulente pour les vers à soie.

HEIMPEL et ses collaborateurs (1955), sans nier un certain rapport entre la présence du cristal et la toxicité des souches, trouvent une autre explication à cette toxicité. Ils sont partis d'une hypothèse préalable : *ayant constaté, disent-ils que la plupart des bactéries pathogènes pour les vertébrés provoquent la maladie ou la mort par des moyens enzymatiques (hyaluronidases streptococciques ou clostridiennes, staphylocoagulases, phospholipases) ou par des réactions biochimiques (toxines) nous avons fait l'hypothèse que le mode d'action sur les insectes était du premier type.* Et c'est sur cette base de recherches que les auteurs montrent la toxicité de la lécithinase produite par les souches de *B. cereus* dans le milieu de culture, le pH de l'intestin des larves qu'ils utilisent étant optima pour l'activité de cette lécithinase. Ils constatent que les germes qui ne produisent pas de lécithinase (*subtilis*, *megatherium*) ne sont pas toxiques pour les insectes; la souche de *B. cereus* qui produit le plus de lécithinase est la plus active, celle qui en produit le moins, la moins active. D'où leurs conclusions préalablement citées. Précisons qu'HEIMPEL a travaillé surtout avec des souches de *B. cereus*, n'élaborant pas de cristal et non avec *B. thuringiensis*.

Donc actuellement, un avis unanime : c'est d'un pouvoir toxique des souches qu'il s'agit. Pour les uns il est lié à l'élaboration d'une toxine cristalline au moment de la sporulation; pour les autres il est dû à une lécithinase soluble.

Nous reviendrons tout à l'heure, dans la discussion, sur ces deux avis apparemment contradictoires. Nous voudrions, auparavant, rapporter quelques résultats expérimentaux obtenus d'une part avec des solutions de cristaux; d'autre part avec des suspensions de spores tantôt débarrassées de leurs cristaux, tantôt stérilisées par les rayons ultra-violets qui laissent les cristaux intacts.

#### PRÉPARATION DES SOLUTIONS DE CRISTAUX.

C'est la technique d'ANGUS qui a été suivie.

La culture de trois jours, en erlenmayer agité, des germes de

*B. thuringiensis* souche Anduze, composée d'un mélange de spores et cristaux avec encore quelques germes sporulés et non sporulés est centrifugée pendant quinze minutes, dans une centrifugeuse Servall refroidie. Après lavage à l'eau physiologique, les culots de centrifugation sont remis en suspension dans une solution molaire de CINA, et agités pendant vingt-quatre heures, ce qui entraîne une lyse de la totalité des bâtonnets, de la majorité des spores, tout en laissant les cristaux intacts. Le traitement à l'eau salée est répété trois fois. On obtient ainsi une masse composée en majorité de cristaux, mais souillée encore de spores intactes et de débris de spores. Ce mélange est alors mis en suspension dans de la soude à pH 12,5, agité vingt-quatre heures, centrifugé. Le surnageant est conservé à la glacière, tandis que le culot est à nouveau repris par la soude, agité, centrifugé. On procède ainsi à trois traitements par la soude et on obtient trois extraits qui sont ramenés à pH 6,4-6,5 par dialyse contre de l'eau distillée, puis à pH 7 par addition de soude.

Un contrôle de stérilité ayant montré que les extraits contiennent encore quelques centaines de spores par millilitre, ils sont filtrés sur bougie L3 et on obtient alors des solutions totalement dépourvues de spores, puisqu'un ensemencement de 0,2 ml d'extrait sur les milieux habituels ne donne aucune culture.

#### TESTS DE TOXICITÉ ET RÉSULTATS.

Les tests de toxicité sont effectués au laboratoire de La Minière : BURGERJON (1957) a publié dans la revue *Entomophaga*, tous les détails du mode opératoire.

##### — Résultats.

Pratiquement, 2 ml d'extrait, contenant 4 mg de protéine donnent le même pourcentage de mortalité (90 %) que 10 mg de la poudre étalon. L'extrait obtenu, stérile, est donc 2,5 fois plus actif que cette poudre étalon utilisée comme référence dans tous les essais, au laboratoire de La Minière.

#### PRÉPARATION DES SUSPENSIONS DE SPORES DÉBARRASSÉES DE CRISTAUX.

Après les traitements à la soude, lors de la préparation des solutions de cristaux, le culot de centrifugation est repris par quelques millilitres d'eau physiologique. On obtient ainsi une suspension de spores qui ont résisté à l'action de la solution molaire de CINA et de la soude, et dont la viabilité est constatée par ensemencement sur milieu minéral peptoné gélosé. La suspension obtenue dans nos essais contenait 225 millions de spores par centimètre cube.

##### — Résultats des tests d'efficacité.

La suspension de spores seules, à 225 millions de spores par

centimètre cube n'a eu aucune efficacité; alors que les expériences du passé ont prouvé qu'une suspension de spores et cristaux contenant 140 à 150 millions de spores par centimètre cube donne 100 % de mortalité.

#### ESSAIS D'EFFICACITÉ DE POUDRES DE SPORES SOUMISES AUX RAYONS ULTRA-VIOLETS.

1 g de poudre titrant 26 millions de spores par milligramme a été poudrée dans la tour de traitement sur 7 boîtes de Petri afin d'obtenir une couche mince sur une grande surface. Ces boîtes de Petri sont restées sans couvercle dix-huit heures, exposées aux rayons U.V. Cette poudre a été recueillie ensuite afin d'effectuer des tests d'efficacité et de déterminer le nombre de spores vivantes.

Nombre de spores vivantes : 0.

Les U.V. ont donc stérilisé la poudre.

#### — Résultats du test d'efficacité.

On observe le même pourcentage de mortalité (94 % et 96 %) avec les deux poudres : non traitée, ou traitée par les U.V., ceux-ci n'altérant pas les cristaux.

En résumé, nous constatons donc les faits suivants :

- Une solution de cristaux, *stérile*, est toxique;
- Un mélange de cristaux et de spores, où les spores sont tuées mais où les cristaux sont intacts, est toxique;
- Une suspension de spores *sans cristaux* est inefficace.

Ces résultats ne constituent pas un élément nouveau du problème. Ils ne font que confirmer, en travaillant sur une souche d'origine différente (souche Anduze au lieu de souche *sotto*), les résultats d'ANGUS : vis-à-vis des espèces de chenilles testées, ce sont les cristaux qui sont toxiques. Dans les préparations de poudres ou de suspensions de spores, ce sont les cristaux qui sont responsables de l'action mortelle sur les chenilles.

### Discussion

Ne pourrait-on, néanmoins, revenir sur les résultats d'HEIMPEL, et essayer de rapprocher ces deux opinions différentes sur l'origine de cette toxicité des suspensions de spores.

Pratiquement, parmi les chercheurs qui ont travaillé cette question de toxicité des suspensions de spores, HEIMPEL est le seul qui ait cherché à approfondir l'action de souches de *Bacillus cereus*, dépourvues de cristal, car il est le seul à les avoir trouvées plus actives que les *B. thuringiensis* pourvues du cristal qu'il a également testées;

encore que, dans les premiers essais qu'il a effectués en 1952, le pourcentage de mortalité obtenu avec les *B. thuringiensis* soit de 36 %, celui obtenu avec la souche de *cereus* la plus active étant de 38 %... Mais cette divergence d'opinion ne vient-elle pas des différences de chenilles auxquelles les auteurs se sont adressés pour tester leurs préparations, et des différents modes d'action des deux germes sur les insectes?

C'est précisément HEIMPEL (1953) qui a montré les différences de pH de l'intestin moyen des larves de Lépidoptères et d'Hyménoptères. Ce pH varie de 6,8 à 8,9 chez les Hyménoptères; il est beaucoup plus haut chez les Lépidoptères (de 8,9 à 10,4). L'effet optimum des lécithinases se produit pour des pH allant de 6,6 à 7,4. Elles pourront donc avoir une action sur les Hyménoptères parmi lesquels se classe *Pristiphora erichsonii* qu'a utilisé HEIMPEL dans les recherches de toxicité de ses préparations.

Par contre, chez les Lépidoptères, le pH est trop haut, les lécithinases ne peuvent agir (ce qui explique le rôle nul des cultures non sporulées de *B. thuringiensis* qui produisent, pourtant, des lécithinases); mais alors intervient le cristal formé au moment de la sporulation et toujours actif, même à pH élevé puisque les solutions obtenues à des pH de l'ordre de 12 à 12,5 sont toxiques, ainsi que l'ont prouvé les expériences d'ANGUS en 1954 et celles, plus récentes, que nous venons de rapporter.

Ceci n'est cependant qu'une hypothèse car nous devons reconnaître que, jusqu'à présent, si nous connaissons les symptômes extérieurs, sur la chenille, par lesquels se traduit la toxicité des préparations testées, nous ignorons totalement le mode d'action biologique du cristal-toxine; nous ne savons rien du processus biochimique qui, à l'intérieur de l'intestin — dont le pH semble jouer un rôle — ou ailleurs dans le corps de la larve, permet au cristal son action léthale. Et cette étude doit être au programme de travail des années à venir.

### Conclusion

Ne pourrait-on, néanmoins, conclure actuellement, ainsi : les souches de *Bacillus* élaborant une protéine cristalline au moment de la sporulation sont toxiques par leur cristal, et sont actives principalement sur des chenilles dont le pH de l'intestin moyen est supérieur à 9, comme les Lépidoptères.

Les souches de *Bacillus cereus*, sans cristal, et néanmoins toxiques, doivent leur toxicité aux lécithinases élaborées par les germes; elles ne sont toxiques que pour des chenilles dont le pH de l'intestin est inférieur à 9, comme les Hyménoptères.



## SUMMARY

The researchs of different authors on the conditions of the pathogenous effect of *Bacillus thuringiensis* are rewied with special reference to the toxicity of the crystal bodies which appear during the sporulation.

Pure extracts of crystal obtained by the ANGUS method were tested by the technic of BURGERJON. Pure crystals are 2,5 times more active than the standard preparation of *B. thuringiensis*. Spores from which the crystals are removed have no toxicity.

The works of HEIMPEL are discussed at the light of this study : to-day it appears that the toxemy is caused by the crystalline protein in the caterpillars with intestinal pH > 9; other toxical possibility of the germ may appear by influence of others conditions.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANGUS, T. A. — 1954. A bacterial toxin paralysing silkworm larvae. — *Nature*, **173**, 545.  
— 1956 a. General characteristics of certain insects pathogene related to *Bacillus cereus*. — *Canadian J. Microbiology*, **2**, 111.  
— 1956 b. Association of toxicity with protein-cristallin inclusion of *Bacillus sotto* ISHIWATA. — *Canadian J. Microbiology*, **2**, 122.  
— 1956 c. Extraction, purification and properties of *Bacillus sotto* toxin. — *Canadian J. Microbiology*, **2**, 416.  
AOKI, K. & Y. CHIGASAKI. — 1915. Über die Pathogenität der sog. *sotto* Bacillen (ISHIWATA) bei Seidenraupen. — *Mitteil. der Med. Fakult. der Kaiser Univ. zu Tokyo*, **13**, 419-440.  
BURGERJON, A. — 1957. Utilisation des chenilles de *Pieris brassicae* L. comme « insecte-test » de laboratoire dans un service de contrôle de préparations pathogènes insecticides. — *Entomophaga*, **2**, 129-135.  
HANNAY, C. L. — 1953. Crystalline inclusions in aerobic spore forming bacteria. — *Nature*, **172**, 1004.  
HANNAY & FITZ-JAMES. — 1954-1955. The protein cristals of *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Canadian J. Microbiology*, **1**, 694.  
HEIMPEL, A. M. — 1953. The pH in the gut and blood of the Laich sawfly *Pristiphora erichsoni* HTG and other insects with reference to the pathogenity of *Bacillus cereus*. — *Canadian J. of Zool.*, **33**, 99.  
— 1955. Investigations of the mode of action of strains of *Bacillus cereus* F AND FR pathogenic for the Laich sawfly, *Pristiphora erichsoni* HTG. — *Canadian J. of Zool.*, **33** (a), 311-326.  
HEIMPEL, A. M. & D. M. MAC LEOD. — 1955. Fungal and bacterial pathogens of the Laich sawfly. — *The Canadian Entomologist*, **87** (3), 128.  
SCHWETZOWA, O. I. — 1958. Biological characters of some entomophagenous bacteria and their practical use. — Communication à la première Conférence internationale sur la pathologie des insectes et la lutte biologique, Prague.  
STEINHAUS, E. A. & S. E. A. JERREL. — 1954. Further observations on *Bacillus thuringiensis* BERLINER and other sporeforming bacteria. — *Hilgardia*, **23**, 1.  
TOUMANOFF, C. — 1954. A propos d'un caractère différentiel de *Bacillus cereus* var. *Alesti* TOUM. ET VAGO, agent pathogène de la flacherie infectieuse des vers à soie. — *Annales Institut Pasteur*, **87**, 486.  
— 1955. Au sujet de souches cristallophores entomophytes de *cereus*. Observations sur les inclusions cristallines. — *Annales Institut Pasteur*, **89**, 644.  
VANKOVA, J. — 1958. Study of optimal conditions for laboratory fermentation of *Bacillus thuringiensis* BERLINER on shaker machine and in laboratory tank. — Communication à la première Conférence internationale sur la Pathologie des insectes et la lutte biologique, Prague.

(Institut Pasteur, Paris).



# TITRAGE ET DÉFINITION D'UNE UNITÉ BIOLOGIQUE POUR LES PRÉPARATIONS DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER

PAR

A. BURGERJON

---

Les préparations à base de spores de *Bacillus thuringiensis* BERLINER doivent être « titrées » en matière active comme toute autre préparation insecticide en vue de pouvoir déterminer les doses d'emploi dans la pratique agricole (BURGERJON & GRISON, 1959; MARTOURET, 1959).

Le titrage bactériologique et le titrage chimique ayant présenté des difficultés, le Service des fermentations de l'institut Pasteur et le Laboratoire de lutte biologique de l'I.N.R.A., à La Minière ont eu recours au titrage biologique.

Une méthode a été mise au point après trois années de recherches et en raison de sa fidélité et de sa normalisation, elle est appliquée maintenant au titrage de tous les échantillons prélevés dans les différentes productions de l'institut Pasteur. Cette méthode a été brièvement rapportée antérieurement (BONNEFOI, BURGERJON & GRISON, 1959), nous en donnons ici une description détaillée.

A la réception d'un échantillon d'une fabrication, nous choisissons deux ou trois concentrations égales à deux ou trois concentrations d'une préparation étalon; chacune d'elles est préparée pour une prise d'essai de 10 cc de suspension qui est dispersée dans la tour de pulvérisation sur deux fragments de feuilles de chou découpées d'après un gabarit standard de 7,5 sur 12,5 cm. Le résidu reçu et retenu sur les fragments de chou est, dans ces conditions, de 3,27 mg/cm<sup>2</sup> (BURGERJON, 1956). Vingt-cinq chenilles de *Pieris brassicae* en L3 prémue (\*) sont ensuite placées sur chaque fragment de chou dont la surface traitée est tournée vers le couvercle des boîtes d'essai.

(\*) Il a déjà été démontré (BURGERJON, 1957) que l'utilisation d'un stade déterminé des chenilles de *Pieris brassicae* ne fournit pas des lots suffisamment homogènes pour effectuer les tests, car il est difficile d'avoir des chenilles de même âge à l'intérieur d'un stade déterminé. On pallie à cet inconvénient en utilisant les chenilles en prémue; cet état est facilement reconnaissable dans le cas de *Pieris brassicae*. De cette façon tous les individus commencent à absorber de la nourriture infectée aussitôt après leur mue et ils sont susceptibles de subir l'effet toxique d'un premier repas dans des conditions rigoureusement identiques.

Il y a donc deux lots de 25 chenilles L4 venant de muer en expérience par concentration. Les lots sont ensuite introduits dans les chambres climatisées à une température de 25 °C et à 75 % d'hygrométrie relative.

Toutes les 48 heures, un examen de contrôle est effectué, qui consiste à dénombrer la mortalité et à changer la nourriture. Au premier contrôle, les feuilles traitées sont remplacées par des feuilles non traitées et le découpage préalable des feuilles n'a plus lieu. Lors de ce premier dénombrement la mortalité est généralement encore faible, tandis que la consommation est réduite fortement et proportionnellement à l'efficacité qui sera par la suite évaluée en pourcentage de mortalité, 10 jours après le traitement.

Sans attendre ce délai, nous pouvons effectuer alors, en utilisant la même technique, le test définitif avec 5 concentrations d'après l'appréciation de la consommation, et en choisissant ces concentrations de sorte que les pourcentages de mortalité se situent entre 20 % et 95 % environ.

Il est à noter que seule la mortalité des L4 est utilisée afin d'obtenir les pourcentages de mortalité finale. En effet, au cours de nombreux tests nous avons constaté que les chenilles arrivées au 5<sup>e</sup> stade représentent pratiquement le nombre des larves survivantes car les quelques individus susceptibles de mourir au 5<sup>e</sup> stade ne modifient jamais le sens de la courbe de mortalité.

En d'autres termes, on évalue sur le 4<sup>e</sup> stade larvaire les conséquences de l'intoxication provoquée par une nourriture infectante offerte à des chenilles L3 prémue pendant les premières 48 heures seulement. Ce délai de 48 heures n'est pas choisi au hasard, mais il correspond sensiblement à la durée de passage de L3 prémue en L4 prémue des chenilles du lot témoin à la température de + 25 °C.

La DL 50 du test définitif effectué en 5 concentrations est calculée par la méthode classique, c'est-à-dire, en transformant la courbe de mortalité finale en une droite par l'utilisation de l'échelle de mortalité en valeur « probit », et en notant les concentrations sur une échelle logarithmique (voir figure). Le résultat du test préliminaire peut être comparé et fournit donc des informations complémentaires.

Le titrage biologique que nous proposons ici est formulé en « Unités biologiques » dont la valeur constante est établie grâce à la comparaison de la mortalité obtenue par les deux préparations (échantillon à tester et étalon) et à la suite d'une correction basée sur une courbe de mortalité « standard » de l'étalon (\*).

(\*) Le principe est identique à la formule du « Toxicity Index » de YUN-PEI-SUN (1950), avec cette différence que cet auteur fixe arbitrairement le « Toxicity Index » de l'étalon standard à 100, tandis que notre courbe de mortalité standard de l'étalon a été définie expérimentalement au début des tests de titrage.

Le facteur  $y'$  est donc comparable à la constante 100 du « Toxicity Index », mais il représente la DL 50 établie sur des chenilles en très bon état physiologique.



Supposons que  $x$  soit le nombre de milligrammes de l'échantillon mis en suspension dans 10 cc d'eau donnant la DL 50;  $y$  le nombre de milligrammes de l'étalon donnant la DL 50 dans le même test et  $y'$  le nombre de milligrammes de l'étalon donnant la DL 50 de la courbe « standard ». Cette dernière ne varie pas et  $y'$  est donc constant, tant que l'on ne change pas la préparation étalon.

Si l'on admet que le rapport inverse à celui donnant la dilution avec laquelle la DL 50 a été obtenue exprime un « titre brut » ou approximatif de l'efficacité de la préparation, soit :  $\frac{10\ 000}{x}$  (le dividende représentant les 10 000 mg ou 10 cc d'eau utilisés ici), on exprimera le « titre net » ou corrigé par la relation suivante :  $\frac{10000}{x \frac{y'}{y}}$  (\*)

dont le quotient représente le nombre d'unités biologiques par milligramme de la préparation.

Soit une préparation-étalon donnant une DL 50 pour une dilution de 20 mg pour 10 cc ( $y'$ ) et une DL 50 pour une dilution de 16 mg ( $y$ ) au cours d'un essai dans lequel la préparation à titrer donne une DL 50 pour une dilution de 8,5 mg ( $x$ ); le titre de cette préparation est de :

$$\frac{10\ 000}{8,5 \times \frac{20}{16}} = 941 \text{ U.B./mg (voir figure).}$$

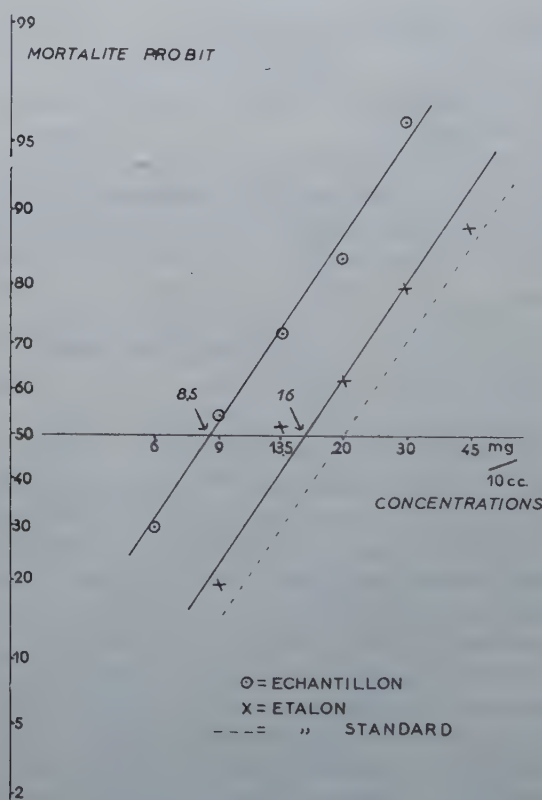
Le rapport  $\frac{y'}{y}$  doit être aussi étroit et constant que possible, car il interprète à la fois l'identité de l'état physiologique des chenilles dans les différents tests et l'homogénéité de la préparation-étalon.

Lorsque la préparation-étalon s'épuise, il suffit d'étalonner une nouvelle préparation par rapport à la précédente. On effectuerait également cette substitution dans le cas où la préparation-étalon diminuerait de virulence. Les préparations actuelles n'ont pas perdu de leur virulence depuis deux ans, en sorte que nous n'envisageons pas encore le renouvellement de la préparation-étalon initiale.

La signification de l'U.B. ainsi établie est de portée limitée, car elle n'exprime que l'efficacité toxique immédiate des préparations actuelles où l'on peut considérer que l'effet de toxémie prédomine sur l'effet de septicémie (BONNEFOI & Mme BÉGUIN, 1959). La technique qui permettra de titrer l'efficacité des préparations bactériennes à caractère septicémique sera de nature différente. On pourrait utiliser également le terme d'unité toxicologique que nous laissons à l'appréciation des utilisateurs.

(\*) Cette relation est le rapport du titre brut expérimental de la préparation au rapport du titre brut expérimental de l'étalon sur le titre brut standard de l'étalon.

Il est utile de faire ici quelques remarques sur l'insecte test utilisé dans nos épreuves. GRISON & SILVESTRE DE SACY (1956) ont déjà montré que *Pieris brassicae* L. est susceptible à d'autres maladies, qui peuvent provoquer une épizootie, catastrophique pour la bonne continuation de l'élevage. Quoique l'insectarium de notre Laboratoire ait pu assurer ces dernières années l'élevage permanent de *P. brassicae*, nous avons parfois craint des épizooties non désirées ou un affaiblissement pathologique des chenilles. Cet état sanitaire défectueux peut être révélé dans les tests par la comparaison de  $y'$  et  $y$  sans qu'il puisse être mis en évidence par le témoin si celui-ci ne présente pas de mortalité.



Un examen pathologique révélait ensuite la présence d'une germe indésirable (granulose, nosémose...). Pour cette raison, notre insectarium s'efforce actuellement à standardiser l'élevage d'un deuxième insecte test susceptible de suppléer à une carence momentanée de l'élevage de *P. brassicae*. GRISON & SILVESTRE DE SACY (1954) ont déjà préconisé l'élevage de *Malacosoma neustria*, comme insecte test de labo-

ratoire intéressant. Un premier test a été effectué le 14 décembre 1957 sur de la ronce en utilisant à peu de détails près la technique rapportée ci-avant. Le tableau suivant montre la progression régulière de mortalité, en fonction des concentrations utilisées.

Préparation Anduze titrant à 500 U.B./mg	% de mortalité finale (50 L3 par concentration)
2,5 mg/10 cm <sup>3</sup> eau	16 %
5 — —	28 %
10 — —	58 %
20 — —	72 %
40 — —	100 %

Ce résultat, ainsi que les données rapportées antérieurement (GRISON & SILVESTRE DE SACY, 1954) nous ont incités à choisir *Malacosoma neustria*, comme insecte test suppléant.

En ce qui concerne la signification biométrique des rapports de DL 50, nous n'avons pas perdu de vue qu'un calcul statistique suivant les méthodes classiques de probit est nécessaire afin de calculer exactement les DL 50, ainsi que de connaître la déviation standard du résultat définitif. Notre formule simplifiée n'a pas de prétention statistique et aussi les droites tracées ne tiennent pas compte de la plus grande valeur des points de mortalité se situant près de la DL 50. Nous estimons cependant que dans la pratique des titrages biologiques s'imposait l'utilisation d'une formule extrêmement simple afin d'être en mesure de faire connaître rapidement le résultat aux intéressés, c'est-à-dire : aux services microbiologiques chargés des cultures de masse, aux laboratoires d'expérimentation appliquée, ainsi qu'aux utilisateurs praticiens. Or, les premiers cherchent surtout à savoir les différences nettes qui peuvent se présenter entre la virulence des divers échantillons issus des fermenteurs pour orienter leurs travaux de mise au point ou de marche normale; l'homogénéisation des titres (se fait ultérieurement au moment du conditionnement).

En ce qui concerne l'expérimentation appliquée au laboratoire ou dans la nature (études des normes d'utilisation) et l'utilisation pratique éventuelle, trop de facteurs divers interviennent pour que l'on ne puisse pas se satisfaire d'une évaluation approchée en U.B., qui correspond encore à un degré de précision appréciable dans l'état actuel des recherches sur les préparations bactériennes. Des difficultés et des évaluations du même ordre se présentent en matière d'insecticides chimiques, sans que l'on puisse cependant mettre en cause la valeur du titrage chimique (YUN-PEI-SUN, 1950).

En conclusion, notre méthode permet d'exprimer rapidement le titrage des préparations et de fournir les données numériques indis-

pensables à un calcul statistique ultérieur si cela était jugé opportun (\*).

### SUMMARY

The caterpillars of *Pieris brassicae* L. are used as test-insects in order to appreciate the efficacy of *Bacillus thuringiensis* preparations. A biological unity is used as a value of expressing the toxicity of these preparations. It is defined as the ratio between the LD 50 of a standard preparation and that of the test sample. In order to avoid the variation that occurs when the caterpillars have not always the same physiological conditions, a correction is made by using an ideal constant mortality curve of the standard preparation. This curve has been established on caterpillars being in very good physiological conditions.

A detailed description of the standardized technics in refering to previous publications and the definition of the Biological Unity is related. The used technics is quite simple and permit to appreciate the food consumption which is in inverse proportion to the used concentration. This character of the *Bacillus thuringiensis* preparations spares much time concerning the orientation tests, as the food diminution occurs immediately after the poisoning of the caterpillars and is sufficient to enable to choose the right concentration for the definitive test. The food diminution in the definitive test corroborate the final mortality curves.

The practical use of Biological Unities in order to appreciate the virulence of *Bacillus thuringiensis* preparations is demonstrated as no other valid titration proved to be satisfactory. The B.U. only refer to the immediate toxicity effect, as no mass preparations with a pure septicemic nature are yet produced.

### BIBLIOGRAPHIE

- BONNEFOI, A. & Mme S. BÉGUIN. — 1959. Recherches sur les cristaux de *Bacillus thuringiensis* BERLINER, souche Anduze. — *Entomophaga*, **4** (3), 193-200.
- BONNEFOI, A. A. BURGERJON & P. GRISON. — 1958. Titrage biologique des préparations de spores de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *C.R. Ac. Sci.*, **247**, 1418-1420.
- BURGERJON, A. — 1956. Pulvérisation et poudrage au Laboratoire par des préparations pathogènes insecticides. — *Ann. Epiph.*, **4**, 677-685.
- 1957. L'utilisation des chenilles de *Pieris brassicae* L. comme « Insecte-test » de laboratoire dans un service de contrôle de préparations pathogènes insecticides. — *Entomophaga*, **2** (2), 129-135.
- BURGERJON, A. & P. GRISON. — 1959. Sensibilités de différents Lépidoptères à la souche Anduze de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Entomophaga*, **4** (3), 207-210.
- GRISON, P. & R. SILVESTRE DE SACY. — 1954. Les chenilles défoliatrices. II : Les Bombyx. — *Le Bulletin horticole*, **9** (20), 284-292.
- 1956. L'élevage de *Pieris brassicae* L. pour les essais de traitements microbiologiques. — *Ann. Epiph.*, **4**, 661-674.
- MARTOURET, D. — 1959. Applications diverses et normes d'utilisation de *B. thuringiensis*, souche Anduze. — *Entomophaga*, **4** (3), 211-220.
- YUN-PEI-SUN. — 1950. Toxicity Index. An Improved Method of Comparing the Relative Toxicity of Insecticides. — *J. econ. Ent.*, **43** (1), 45-53.

(I.N.R.A., Laboratoire de biocœnotique  
et de lutte biologique, La Minière).

(\*) M. ARNOUX, directeur du Laboratoire de Biométrie à l'I.N.R.A. estime dès à présent que « a priori, d'après l'examen des graphiques la précision des comparaisons à effectuer paraît bonne et en tout état de cause cette méthode permet d'appliquer les tests dans des conditions très satisfaisantes ». Il nous donnera toute précision statistique voulue dès qu'il sera en possession de l'ensemble de nos résultats numériques.



# SENSIBILITÉ DE DIFFÉRENTS LÉPIDOPTÈRES A LA SOUCHE « ANDUZE » DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER

PAR

A. BURGERJON et P. GRISON

---

Pour les entomologistes il est intéressant de connaître la sensibilité relative des différentes espèces de Lépidoptères, vis-à-vis des préparations à base de *Bacillus thuringiensis* BERLINER, souche « Anduze ». Dans ce but, STEINHAUS a déjà rassemblé une documentation importante dans un mémoire polycopié transmis aux spécialistes en 1957. Notre intention est d'apporter un complément à cette liste.

Pour tester la sensibilité d'une espèce, il aurait été désirable d'utiliser la technique décrite par BURGERJON (\*). Mais pour des raisons pratiques, nous nous sommes limités à des tests préliminaires effectués au laboratoire ou dans la nature, en évaluant approximativement comme STEINHAUS, le degré de sensibilité de chaque espèce par un plus ou moins grand nombre de croix (voir tableau). Ces constatations n'ont donc qu'une valeur indicative et provisoire.

La liste comporte cinq espèces déjà étudiées par d'autres auteurs. D'abord *Pieris brassicae* dont la grande sensibilité est reconnue par tous les auteurs, ainsi que les espèces de la famille des *Pieridae*.

Les deux espèces d'Arctiides sont moyennement sensibles; or, d'après WEISER, *Hyphantria cunea* est relativement peu sensible et d'après VASILJEVIĆ, l'espèce est très sensible. Peut-être s'agit-il de la nature des souches de *Bacillus thuringiensis* utilisées? Les Noctuelles terricoles ne sont pas sensibles aux préparations bactériennes utilisées par nous. En ce qui concerne les Lymantrides et les Géométrides de notre liste, le problème est probablement plus complexe. En général, on s'accorde à leur reconnaître une sensibilité moyenne; mais les pathologistes ont fréquemment attiré notre attention sur la présence de viroses latentes, en sorte que les applications de préparations bactériennes risquent de déclencher des *maladies à enchaînement* caractérisées par VAGO et que PAILLOT appelait déjà des *entités mor-*

(\*) Voir l'article précédent, *Entomophaga*, 4 (3), 201-206.

bides. Cette constatation permet d'orienter les investigations modernes sur le contrôle microbiologique de ces espèces, par l'association des viroses et des bactérioses. Des essais dans cette voie sont en cours sur la Processionnaire du Pin. Le cas des chenilles mineuses endophytes (*Pyrausta nubilalis*, *Earias insulana*, *Tortrix viridana*) qui paraissent être sensibles à des degrés divers pose d'abord un problème d'éthologie.

ESPÈCE	FAMILLE	SENSIBILITÉ
<i>Pieris brassicae</i> L.	<i>Pieridae</i>	+ + +
<i>Spilosoma</i> sp.	<i>Arctiidae</i>	+ +
<i>Arctia caja</i> L.	id.	+ +
<i>Agrotis ypsilon</i>	<i>Noctuidae</i>	0
<i>Mamestra brassicae</i> L.	id.	0
<i>Earias insulana</i> BOISD.	id.	+
<i>Diloba coerulescapula</i> L.	id.	(*)
<i>Brachionyx sphinx</i> HEN.	id.	+ + +
<i>Oria muscosa</i> HB.	id.	0
<i>Lymantria dispar</i> L.	<i>Lymantridae</i>	+
<i>Euproctis phaeorrhea</i> HW.	id.	+
<i>Thaumetopoea processionea</i> L.	<i>Notodontidae</i>	+ + +
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> SCHIFF.	id.	+ +
<i>Himera pennaria</i> L.	<i>Geometridae</i>	+ + +
<i>Himera marginaria</i> FAB.	id.	+ +
<i>Hibernia defoliaria</i> CL.	id.	+ + +
<i>Phigalia pedaria</i> FAB.	id.	+ +
<i>Operophtera brumata</i> L.	id.	+ +
<i>Alsophila aescularia</i> SCHIFF.	id.	+ + +
<i>Malacosoma neustria</i> L.	<i>Lasiocampidae</i>	+ + +
<i>Ephestia kuehniella</i> Z.	<i>Pyralidae</i>	+ + +
<i>Pyrausta nubilalis</i> HB.	id.	+ +
<i>Tortrix viridana</i> L.	<i>Tortricidae</i>	+ +
<i>Acrolepia assectella</i> Z.	<i>Tineidae</i>	+

(\*) Espèce sensible à la bactérie, mais degré indéterminé.

Si l'on rapporte les résultats obtenus dans les essais où il a été tenu compte de cette préoccupation, à ceux que donne le titrage biologique d'une préparation standard « E 58 » sur *Pieris brassicae*, nous obtenons le coefficient de sensibilité suivant pour quelques espèces :

— <i>Pieris brassicae</i> L.	900 U.B.	soit le coefficient	1
— <i>Malacosoma neustria</i> L.	900 U.B.	—	—
— <i>Tortrix viridana</i> L.	1.350 U.B.	—	—
— <i>Arctia caja</i> L.	1.800 U.B.	—	—
			0,66
			0,50

En conclusion, sans préjuger des causes de cette variation, nous enregistrons une grande différence de sensibilité des espèces de Lépi-

doptères à l'égard de *Bacillus thuringiensis*. Il est intéressant pour l'écologiste de connaître cette sensibilité relative à l'égard des diverses souches de la Bactérie.

#### SUMMARY

A list of 24 species of lépidoptères is presented, showing the comparative sensibility towards *Bacillus thuringiensis* B. These species have been approved only in preliminary tests in the Laboratory of La Minière. Therefore, the results have an indicative and provisional character. The list completes an important documentation gathered by STEINHAUS in a polycopied recollection, that has been transmitted to specialists in 1957.

(*Laboratoire de lutte biologique, de l'I.N.R.A., La Minière*).





# APPLICATIONS DIVERSES ET NORMES D'UTILISATION DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER., SOUCHE « ANDUZE »

PAR

D. MARTOURET

---

La définition d'un titrage en unités biologiques selon la méthode standardisée rapportée par BONNEFOI & *Al.* (1958) ne permet pas par extrapolation de déterminer la dose d'emploi dans la nature, en raison de tous les facteurs qui interviennent, hétérogénéité des populations larvaires, particularités éthologiques, facteurs climatiques et conditions culturelles. Par ailleurs, il faut tenir compte de la différence de sensibilité présentée par diverses espèces de Lépidoptères, qui a été caractérisée par BURGERJON & GRISON (1959).

Des essais préliminaires réalisés en plein champ en particulier par le Service de la protection des végétaux peuvent compléter utilement les essais de laboratoire réalisés en vue d'établir les limites de la spécificité des différentes souches de *B. thuringiensis*; mais il est indispensable de procéder pour chacune des espèces envisagées à une expérimentation dans la nature qui tienne compte des interférences de tous les facteurs cités plus haut et qui permette d'établir méthodiquement les doses d'emploi.

La technique des essais parcellaires utilisée pour les insecticides chimiques paraît être adaptable à cette étude, et elle permet en outre d'étudier les différents types de formulation et de dispersion des préparations pathogènes. Dans les cas particuliers de la Piéride du Chou et de la Processionnaire du Pin, nous décrirons ici les méthodes que nous avons utilisées, les objectifs que nous nous sommes proposés dans ces études et les résultats que nous avons obtenus. Enfin, nous rassemblerons les données des essais réalisés en plein champ par différents observateurs.

## I. — Étude des normes d'utilisation de *B. thuringiensis* Anduze sur *Pieris brassicae* L.

La méthode que nous avons utilisée est inspirée de celle dite « Essais parcellaires », mise au point par RAUCOURT, TROUVELOT et BÉGUÉ (1939), pour le contrôle de l'efficacité des insecticides chimiques

d'ingestion et plus particulièrement des produits antidoryphoriques. Elle consiste à épandre une quantité mesurée de la préparation pathogène sur une surface déterminée d'une culture de Chou, ou parcelle, dans des conditions aussi voisines que possible de la pratique agricole, mais en introduisant dans les observations la rigueur du travail de laboratoire. Des infestations artificielles sont effectuées avec un nombre défini de chenilles; l'activité et la mortalité de celles-ci permettent de mesurer l'efficacité de l'application réalisée.

Tous les essais sont effectués sur des Choux appartenant à la variété Brocoli hâtif, dont les feuilles plates et oblongues facilitent les contrôles. Les essais sont entrepris lorsque les plantes ont 4 à 5 feuilles bien développées, trois semaines après leur repiquage. La plantation est faite à  $0,50 \times 0,80$  m en parcelle de 20 Choux, ce qui correspond en culture maraîchère à 25 000 pieds par hectare.

En 1958, il a été préparé au total, 24 parcelles de ce type, échelonnées par série en quatre époques de culture, pour permettre ainsi la succession des essais. Les parcelles d'une même série sont isolées par d'autres cultures.

Les appareils utilisés pour l'épandage des préparations sont identiques à ceux utilisés couramment par les exploitants agriculteurs ou arboriculteurs :

— La dispersion des suspensions est effectuée avec un pulvérisateur portatif à pression préalable de 3 litres de capacité, type « Muratori ».

— Les poudrages sont réalisés à l'aide d'une poudreuse à dos, à moteur électrique type « Bourrasque ».

La contamination des parcelles traitées est faite avec des larves de *Pieris brassicae* L. en prétroisième mue (prémue L4) qui proviennent d'un même élevage, et qui se trouvent ainsi dans des conditions physiologiques comparables, tant au point de vue besoins alimentaires à l'achèvement de la mue, qu'au point de vue sensibilité à la préparation bactérienne. Dans chaque parcelle, il est choisi par tirage au sort, deux choux au moins (une répétition ou davantage); chacun de ces choux est infesté soit immédiatement après traitement, soit cinq jours après, avec un lot homogène de 50 chenilles; il est recouvert ensuite avec une cage grillagée, tronconique, qui repose sur un disque de papier goudronné recouvrant le sol autour de la tige. Le joint entre la cage et le disque est obturé avec du sable fin tamisé.

La mortalité naturelle des chenilles au cours de l'essai est observée dans une parcelle témoin non traitée, et infestée dans les mêmes conditions que les autres parcelles.

Pendant toute la durée des essais les conditions climatiques donnent lieu à des observations précises. En particulier, la pluviométrie est mesurée à la fois sur les parcelles et à l'intérieur des cages.

Les radiations solaires peuvent avoir une action défavorable à l'égard de l'efficacité des préparations bactériennes comme l'a constaté METALNIKOV (1933); aussi l'insolation est enregistrée régulièrement au cours des essais, et le coefficient d'absorption des cages a été mesuré, et correspond à 45 % de la radiation globale. Toutefois, au laboratoire,

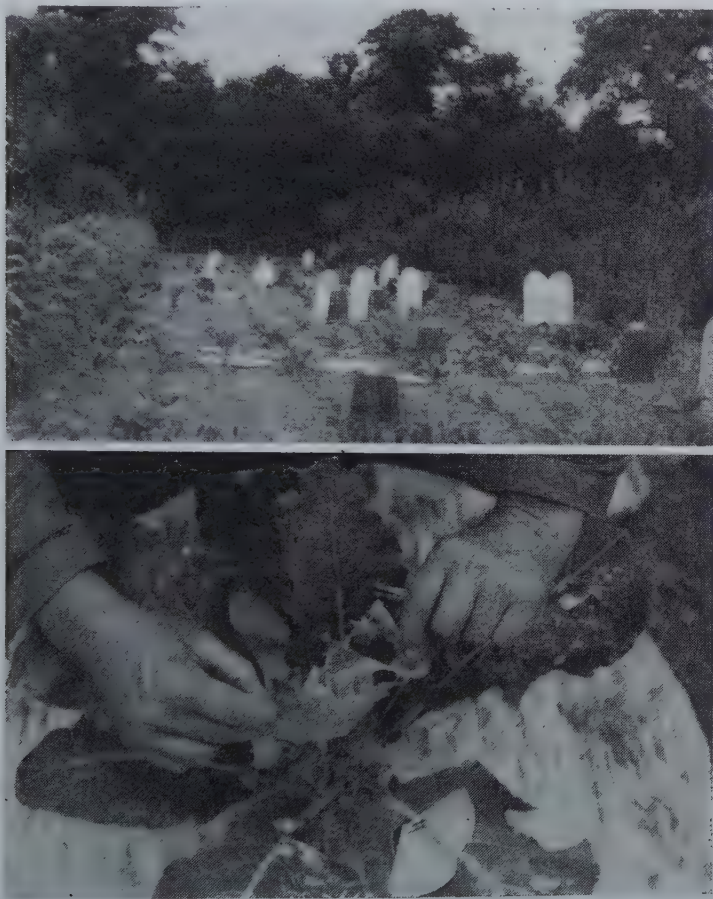


FIG. 1. — Essais parcellaires sur *Pieris brassicae* pour la détermination des normes d'utilisation de *B. thuringiensis*, souche Anduze.

FIG. 2. — Contrôle de l'efficacité dans une parcelle traitée avec *B. thuringiensis*, souche Anduze.

(Clichés : Laboratoire de lutte biologique de La Minière).

après dix-huit heures d'irradiation d'un fin dépôt de poudre sous les rayons U.V. émis par un tube germicide, il n'a pas été observé de diminution de toxicité, selon BONNEFOI & Mme BÉGUIN (1958), et



alors même que le contrôle bactériologique révélait une complète destruction des spores dans la poudre irradiée.

Les contrôles post-expérimentaux débutent soit quarante-huit heures après le traitement, soit quarante-huit heures après le dépôt des chenilles; ils sont poursuivis tous les deux jours jusqu'à la nymphose des chenilles qui infestent les parcelles témoin. Les larves mortes et les larves survivantes sont dénombrées, et la proportion des stades larvaires est indiquée pour chacune de ces deux catégories.

La mortalité est calculée sur le nombre total des insectes retrouvés, morts et vivants, car il arrive que le total des insectes retrouvés soit inférieur au nombre des individus mis en expérience : les disparus sont : soit des larves évadées malgré les précautions prises, soit des larves mortes dont les cadavres n'ont pu être retrouvés.

L'efficacité E de la préparation est calculée en tenant compte de la mortalité naturelle dans les parcelles témoin selon la formule donnée par ABBOTT :

$$E = \frac{\text{Survie témoin} - \text{Survie traitée}}{\text{Survie témoin}} \times 100$$

Par cette méthode, nous nous sommes proposé d'étudier et de déterminer les doses d'emploi agricoles des préparations de *B. thuringiensis* souche Anduze, appliquées soit en pulvérisation sous forme de suspension aqueuse, soit en poudrage contre *Pieris brassicae* L. Dans tous les essais et, quel que soit le mode de dispersion, la préparation utilisée est la poudre n° 101 qui titre 900 Unités Biologiques par milligramme.

En pulvérisation, il a été épandu 1 litre de suspension par parcelle de 20 choux, ce qui correspond à la dose couramment utilisée en culture maraîchère de 1 400 l par hectare. Un mouillant, type Novémol, a été ajouté à la dose de 0,2 %.

Pour l'application en poudrage, la poudre n° 101 est mélangée avec une charge composée de 9 parties de talc pour une partie de craie hydrophobe. Il a été utilisé 25 g de ce mélange pour chaque parcelle de 20 choux, soit une dose agricole normale de 30 kg par hectare. L'étude de charges particulièrement bien adaptées à l'utilisation en poudrage des préparations de *B. thuringiensis* n'a pas été abordée, et elle fera l'objet de recherches ultérieures.

Dans les résultats obtenus tant en pulvérisation qu'en poudrage, nous avons distingué :

— L'efficacité immédiate, pour laquelle les observations sont effectuées sur les choux infestés immédiatement après traitement;

— La persistance de l'efficacité observée sur les choux infestés cinq jours après traitement.

Le tableau I, montre en pulvérisation et en poudrage, la per-



sistance de l'efficacité pour une infestation réalisée cinq jours après le traitement et avec une pluviométrie de 2,6 mm.

Les résultats qui ont été obtenus permettent de fixer les doses d'emploi suivantes :

1° En pulvérisation à raison de 1 400 l par hectare, il est nécessaire d'utiliser une suspension aqueuse à 1 g par litre d'une poudre mouillable, à base de matière active, et qui titre 900 Unités Biologiques par milligramme.

TABLEAU I

	PULVÉRISATION						POUDRAGE						mm pluies cumul.
	Efficacité immédiate			Persistance d'efficacité après 5 jours			Efficacité immédiate			Persistance d'efficacité			
	0,75 (g/l)	1,25 (g/l)	2,5 (g/l)	0,75 (g/l)	1,25 (g/l)	2,5 (g/l)	3 %	5 %	10 %	3 %	5 %	10 %	
Concentration	0,75 (g/l)	1,25 (g/l)	2,5 (g/l)	0,75 (g/l)	1,25 (g/l)	2,5 (g/l)	3 %	5 %	10 %	3 %	5 %	10 %	
M.A. épandue pour 20 choux	0,75 (g)	1,25 (g)	2,5 (g)	0,75 (g)	1,25 (g)	2,5 (g)	0,75 (g)	1,25 (g)	2,5 (g)	0,75 (g)	1,25 (g)	2,5 (g)	
Jours après traitement :													
0	Infestation						Infestation						0,5
3	10,1	11	32				12,1	20,2	16,1				2,6
5	37,5	48,9	100	Infestation			71,8	71,8	56,2	Infestation			10,95
7	85,3	100		10,2	15,8	17,7	100	100	100	19,6	14,0	15,8	10,95
9	100			17,7	21,4	27,1				38,3	17,7	34,5	15,17
12				20,3	39,8	59,2				65,0	41,7	73,9	22,17
14				36,9	52,1	73,9				100	50	100	22,37
16				62,2	61,8	74,6					—		

2° En poudrage, il est préconisé de poudrer à la dose de 30 kg par hectare, avec une poudre qui contient 5 % de poudre primaire riche en matière active, à 900 Unités Biologiques par milligramme, diluée dans une charge appropriée.

La persistance d'efficacité est variable en fonction de la pluviométrie observée, entre la réalisation du traitement bactérien et le moment où les chenilles intoxiquées cessent toute alimentation.

Avec des précipitations inférieures à 3 mm de pluie :

— En poudrage, il n'y a pratiquement aucune diminution de l'efficacité.

— En pulvérisation, l'efficacité est plus lente à se manifester et réduite à 60 % de l'efficacité totale.

Avec des précipitations de 8 à 9 mm de pluie :

— En poudrage et pulvérisation, l'efficacité est réduite considérablement et inférieure à 30 % de l'efficacité totale.

La sensibilité à *B. thuringiensis* souche Anduze, de certains insectes ravageurs de cultures qui supportent des interventions phytosanitaires anticryptogamiques nombreuses, par exemple *Arctia caja* L. sur la vigne, pose le problème de l'interaction des produits fongicides sur l'efficacité de la préparation pathogène.

Dans une série d'essais parcellaires du même type que ceux décrits dans les lignes qui précèdent, nous avons étudié par l'intermédiaire de la Piérade du Chou, la compatibilité de la préparation bactérienne vis-à-vis de deux types de fongicides, à savoir l'oxychlorure de cuivre, et un dithiocarbamate de Zinc. Pour étudier l'action de ces fongicides, nous avons utilisé le produit anticryptogamique commercial à la dose prescrite par son fabricant, en suspension aqueuse et pulvérisé à 1 400 l par hectare.

La concentration d'emploi de l'oxychlorure de cuivre était de 5 g de produit commercial par litre, et celle du dithiocarbamate de 2,5 g par litre. Les pulvérisations anticryptogamiques ont été effectuées sur des demi-parcelles de 10 choux, vingt-quatre heures avant l'exécution du traitement bactérien; dans un essai complémentaire entrepris avec le dithiocarbamate, le traitement anticryptogamique a été répété trois fois, les 12<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, et un jour avant l'application bactérienne.

Au cours de ces essais, il n'a jamais été constaté d'altération de l'efficacité de *B. thuringiensis*, soit dans les parcelles traitées avec l'oxychlorure de cuivre, soit dans celles qui ont été traitées avec le dithiocarbamate de Zinc.

En conséquence, il semble que l'on puisse conclure à la compatibilité des traitements de *B. thuringiensis* avec les applications fongicides appartenant aux types de l'oxychlorure de cuivre ou des dithiocarbamates.

## 2. Essais d'utilisation de *B. thuringiensis* Anduze dans la nature ou en plein champ

Les essais parcellaires nous apportent des résultats, précis et rigoureux en tenant compte des interférences de nombreux facteurs, mais ils exigent pour leur réalisation un matériel important, des élevages homogènes, en excellent état sanitaire, et une production végétale spécialement adaptée. Limitées par les possibilités matérielles d'expérimentation, de telles séries d'essais ne peuvent être effectuées simultanément sur un grand nombre de ravageurs.

Les études expérimentales sur des infestations naturelles hétérogènes ont sans doute, un caractère moins rigoureux, mais elles n'en permettent pas moins d'orienter le choix des problèmes à résoudre et d'éprouver la valeur pratique des préparations.

Une expérimentation de ce type a été entreprise en 1957 avec

*B. thuringiensis* contre *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF dans le but de préciser la période d'intervention et la concentration optimum de la préparation à utiliser dans la nature.

L'emplacement avait été choisi dans un peuplement de Pins d'Autriche avec une faible proportion de Pins sylvestres, régulièrement infesté et situé de part et d'autre de la route de Malaucène, au mont Ventoux, sur un versant exposé au Sud.

A la date du traitement le 26 septembre, l'ensemble des colonies se trouvait à la fin du 2<sup>e</sup> stade larvaire. Dans un petit nombre de nids, une faible proportion des chenilles était en prémue et quelques colonies qui avaient déjà achevé leur seconde mue commençaient à tisser leur nid d'hiver.

La préparation bactérienne utilisée était une poudre mouillable qui titrait 1 000 Unités biologiques par milligramme.

A Malaucène, compte tenu des résultats de laboratoire, la mise en suspension de la poudre de spores a été effectuée pour obtenir une suspension d'emploi à 8 000 U.B. par centimètre cube (8g de poudre par litre d'eau) à laquelle a été adjoint un mouillant, du type alkyl phénol, à la dose non germicide de 2 ‰.

La distribution de la suspension a été réalisée à l'aide d'un appareil atomiseur à grand travail, Pasteur 400 l, dont le jet porté atteint au maximum une profondeur d'une dizaine de mètres.

Un parcours de 100 mètres le long de la route a subi la pulvérisation, à raison de 80 litres pour 100 mètres ce qui correspond en extrapolant à une pulvérisation inférieure à 1 000 l par hectare. Un second parcours de 50 mètres a été fait en pulvérisant 20 l d'une suspension plus concentrée, à 24 000 U.B. par centimètre cube (24 g de poudre par litre).

Enfin, de petits arbres isolés infestés chacun par une ou plusieurs colonies ont été traités séparément à l'aide d'un appareil portatif d'une capacité de 3 l, et à pression préalable. Chacun de ces arbres a été pulvérisé avec 3 l de suspension aux concentrations de 10 000 U.B., 2 500 U.B., et 1 250 U.B. par centimètre cube de liquide, ce qui correspond respectivement à 10 g, 2,5 g et 1,25 g de poudre par litre.

Vingt colonies de chenilles réparties sur une dizaine d'arbres ont été repérées en vue de suivre l'évolution de la maladie. Un certain nombre de ces colonies ont été échantillonnées pour examen biologique au cours des différents contrôles effectués.

Au cours du contrôle effectué le 2 octobre, six jours après le traitement, il a été observé :

— Aux concentrations de 24 000, 10 000, 8 000 et 2 500 U.B. par centimètre cube, une forte mortalité à l'intérieur des colonies actuellement du troisième âge, qui ont ingéré le feuillage infecté comme en témoignent les traces d'alimentation fort nombreuses au voisi-

nage de leur nid; quelques cadavres seulement sont dénombrés dans les colonies qui sont au début des second et troisième âge, et qui après leur mue commencent à reprendre une activité alimentaire.

— A la concentration de 1 250 U.B. par centimètre cube on ne remarque pas de cadavres dans les colonies qui ont cependant manifesté une certaine alimentation.

— Le témoin comporte 4 nids bien constitués au début du troisième âge.

Dans un contrôle réalisé le 22 octobre, il n'a pas été retrouvé de chenilles vivantes dans les colonies de la zone traitée même à la concentration la plus faible; de nombreux cadavres ont été observés à l'intérieur des nids et sur le tissage périphérique. Les colonies témoins étaient au troisième âge larvaire, et les défoliations importantes sur les rameaux voisins caractérisaient une activité alimentaire normale.

Les résultats de ces essais confirment la sensibilité de l'espèce et le choix de la période d'intervention, mais le manque d'information sur l'état sanitaire des colonies ne permet pas de conclure, quant aux concentrations d'emploi.

### 3. Essais expérimentaux divers

Plusieurs études expérimentales ont été réalisées récemment par différents expérimentateurs pour déterminer la sensibilité de diverses espèces d'Insectes défoliateurs.

Au cours d'essais réalisés au laboratoire et dans des populations naturelles de *Tortrix viridana* L., MM. BURGERJON & KLINGLER (1959) ont déterminé à la fois la sensibilité de cette espèce à la souche Anduze et les limites entre lesquelles l'application bactérienne est valable dans la nature vis-à-vis de la grande hétérogénéité des stades larvaires de *Tortrix*.

Le Service de la Protection des Végétaux dans une étude effectuée en commun avec le Laboratoire de La Minière, a entrepris en 1958 plusieurs essais en plein champ avec les préparations de *B. thuringiensis*, souche Anduze.

Une expérimentation réalisée sur vigne contre *Arctia caja* L. dans la région de Montpellier a confirmé la sensibilité de cet *Arctiidae*, au cours d'une application pratique agricole en pulvérisation.

Des résultats encourageants ont été obtenus sur *Chloridea peltigera*, Lépidoptère *Noctuidae*, qui occasionne des ravages importants dans les cultures de Lavande, et où la présence quasi permanente des Insectes butineurs interdit toute intervention insecticide chimique.

Les essais pratiques de lutte contre la Pyrale du Maïs, *Pyrausta nubilalis* HBN. que nous avons entrepris à l'aide de *B. thuringiensis*



ont été poursuivis en grande culture par le Service de la Protection des Végétaux. Les résultats en sont rapportés par MILAIRE (1958) qui a observé une réduction importante des dégâts dans les parcelles qui ont été traitées :

- 50 % de pieds attaqués dont 30 % sectionnés à la base dans la zone témoin.
- 23 % de pieds attaqués dont 6 % sectionnés à la base dans la zone traitée.

Ces résultats satisfaisants pourront être précisés au cours d'études ultérieures, selon la technique des essais parcellaires, pour chacune des espèces envisagées. Il nous paraît utile de mentionner également que l'incidence sur les biocoenoses de tels traitements biologiques n'a pas été négligée. Rappelons notamment, les observations de BILIOTTI (1956) qui, au cours de traitements effectués à l'aide de *B. thuringiensis* contre *Pieris brassicae*, a remarqué la survie des entomophages *Anilastus ebeninus* GRAV. (*Ichneumonidae*) et *Apanteles glomeratus* L. (*Braconidae*), à condition de choisir la période d'application de la préparation pathogène en fonction des exigences de ces entomophages.

Plus récemment BURGERJON & KLINGLER (1959) ont observé l'évolution normale d'un certain nombre d'espèces parasites de *Tortrix viridana* L. qui n'avaient pas été affectées par le traitement bactérien.

Nous avons, par ailleurs, testé la virulence de la préparation à base d'Anduze à l'égard de l'Abeille (LECOMTE & MARTOURET, 1959); dans ces essais, nous avons pu mettre en évidence la non toxicité des traitements bactériens vis-à-vis de l'Abeille. Extrêmement intéressant, ce résultat peut permettre d'apporter, dans certains cas, une solution aux graves problèmes soulevés par les interventions chimiothérapiques en période de miellée.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der verschiedenen phytophagen Lepidopterenarten gegenüber dem Stamm « Anduze » von *Bacillus thuringiensis* BERL., die in Laboratoriumsversuchen ermittelt wurden, nötigten zur Durchführung von Versuchen im Rahmen der landwirtschaftlichen Praxis, um so methodisch die Behandlungsnormen für den pathogenen Stamm festlegen zu können.

In Parzellenversuchen, verbunden mit Studien verschiedener Anwendungsarten des Wirkmittels, wurden gegen *Pieris brassicae* für die praktische Anwendung die nötigen Konzentrationen und Dosierungen ermittelt. Der Einfluss einer kombinierten Behandlung mit Bakterien und Fungiziden auf die Virulenz des Bakterienpräparates wurde mit Hilfe der Beiden Fungizide Kupferoxychlorid und Dithiokarbamat studiert. Es zeigte sich, dass die Fungizide keine nachteilige Wirkung auf die Virulenz der Bakterienpräparate haben.

Ziel der in Malaucène (Mont Ventoux) durchgeführten Versuche war einerseits die Bestimmung des Behandlungstermins und andererseits die optimale Konzentration des Bakterienpräparates für die Behandlung einer Freilandpopulation von *Thaumetopoea* SCHIFF. im Forst.

Gegen *Tortrix viridana* wurde die zu verwendende Dosis des Bakterienpulvers im Laboratorium und in freier Natur untersucht.

Die Vorversuche, die in Grosskulturen mit *Pyrausta nubilalis* auf Mais, *Chloridea obsoleta* auf Lavendel und *Arctia caja* auf Weinrebe durchgeführt wurden, ergaben ermutigende Resultate, eingehendere Versuche müssen jedoch noch durchgeführt werden.

Eine sorgfältige Studie der Folgen einer Bakterienbehandlung auf die Biozönose wurde indessen nicht vernachlässigt, das Verhalten der parasitären Insekten von *Tortrix* und *Pieris* wurde in diesem Zusammenhang ebenfalls eingehend untersucht. Genaue Untersuchungen bewiesen die Harmlosigkeit des Stammes « Anduze » für Bienen.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ABBOTT, C.E. — 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. — *J. ec. Ent.*, **18**, p. 65.
- BILIOTTI, E. — 1956. Entomophages et maladies des Insectes. — *Entomophaga*, **1**, 43-51.
- BONNEFOI, A. & Mme S. BÉGUIN. — 1959. Recherches sur les cristaux de *B. thuringiensis* BERLINER Souche Anduze. — *Entomophaga*, **4** (3), 193-200.
- BONNEFOI, A., A. BURGERJON & P. GRISON. — 1958. Titrage biologique de spores de *B. thuringiensis* BERLINER. — *C. R. Ac. Sci.*, **247**, 1418-1420.
- BURGERJON, A. & P. GRISON. — 1959. Sensibilité de différents Lépidoptères à la souche Anduze de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Entomophaga*, **4** (3), 207-209.
- BURGERJON, A. & KLINGLER. — 1959. Détermination au laboratoire de l'époque de traitement de *Tortrix viridana* L. avec une préparation à base de *Bacillus thuringiensis*, souche Anduze. — *Entomologia exp. appl.*, **2** (2), 100-109.
- LECOMTE, J. & D. MARTOURET. — 1958. Non toxicité pour les Abeilles de *B. thuringiensis* BERLINER, souche Anduze (Bactérie pathogène pour les larves de Lépidoptères). — *Ann. Epiphyt. Abeille*, **2** (2), 171-175.
- METALNIKOV, S. S. — 1933. Action des rayons solaires sur les spores de bactéries pathogènes pour les Insectes. — *C. R. Soc. Biol.*, **112** (16), 1666-1669.
- MILAIRE, H. — 1958. Traitement par pulvérisation à l'aide d'une préparation de spores de *B. thuringiensis* Anduze contre *Pyrausta nubilalis* HBN. — (non publié)
- RAUCOURT, M., B. TROUVELOT & H. BÉGUÉ. — 1939. L'essai d'efficacité des produits antidoryphoriques. — *Ann. Epiphyt.*, **5** (2), 51-83.

(I.N.R.A., Laboratoire de biocoenotique  
et de lutte biologique, La Minière).

SOME OBSERVATIONS ON THE EFFECT OF E-58 POWDER  
(*BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER)  
ON *MALACOSOMA NEUSTRIA* L. (*Lepid.*)

BY

E. N. G. VAN DAMME & P. A. VAN DER LAAN

In some years the elm trees (*Ulmus* spp.) in the city of Amsterdam suffer severely from attacks of tent caterpillars (*Malacosoma neustria* L.) which defoliate the trees in spring and early summer. Parasites and predators of the tent caterpillar occur (DIAKONOFF, 1938) but they are always rare. Occasionally, presumably in laboratory breeding, a polyhedric disease can be found; however it seldom becomes epidemic.

The tent caterpillars hatch from the wellknown wintereggs which are found in rings on small twigs.

During the last twenty years the control of this pest has been practised by dusting the elm trees with a mixture of derrispowder and a carrier which contains 2% rotenone. The Institute of the Tropics in Amsterdam has improved this mode of control considerably, by purchasing derris root of reliable origin, determinating the rotenone contents by chemical analysis and working out some other instructions to make a good product (SPOON 1940). Rather powerful motor dusters are used.

A serious disadvantage to this way of control with Derrispowder occurs, however, if the application is delayed and the caterpillars are half-grown or older. The third and fourth stage caterpillars are less susceptible to Derrispowder and most of them survive the treatments.

All modern insecticides, such as DDT, BHC, Parathion, etc. are too toxic to men and animals, and cannot be used in the centre of a city. Relatively harmless poisons as Pyrethrum or Rynania have the same disadvantage as Derris.

In the following the preliminary results are given of another way of control. *Bacillus thuringiensis* BERLINER has been known for some years to cause diseases in many insects populations, mainly of lepidopterous larvae. However, as is always the cause with insect control with ingredients from natural sources, the variability of origin may

lead to uncertain results. It is the merit of the work of the french workers (LEMOIGNE *et al.* 1956) that the effect of several strains of the *Bacillus* was examined separately, and variability in toxicity between the strains was found. DELAPORTE & BEGUIN (1955) found that *Bacillus* cultures which produced a lot of very typical rhombic crystals were more toxic than cultures with few or without crystals. This discovery lead to the manufacture of a powder, derived from the *Bacillus*-cultures, but consisting mainly of these crystals. The effect of such a powder is a result of the toxicity of the chemical which forms the crystals. It is manufactured from cultures of *Bacillus thuringiensis*, and particularly from a strain, nr E 58, which has a strong insecticidal value. The powder causes no disease of the caterpillars but acts exactly as an insecticide. For our purpose it is very important that the effect is highly specific to lepidopterous larvae, and harmless to men and domestic animals.

### Materials and methods

The powder was mixed with a quantity of « Neutronyx » (a spreader) and further diluted with tap water. Spraying was done with small glass bottles as used in barber shops. 100 swings gave 0,15 cc fluid. The amount of fluid was determined by the number of swings given per leaf. By measuring the leaf surface, the amount of fluid, reckoned per hectare leaf surface was found to be about 1 000 litres.

The caterpillars were reared in cages outdoors on small elmtrees and apple trees; hatching of part of the egg rings was delayed by storing for some time at 15 °C.

Experiments were done with L2, L3 and L4 stages; specimens which were about to moult within a short time, were excluded which perhaps flattered the results somewhat. As a rule, twenty specimens were used per glass or cage. The first experiments were done in an open greenhouse in glass dishes, later-on small cages were used in outdoor experiments with caterpillars on cut branches and finally three experiments with thirty specimens per cage were done on small apple trees round about which a large cage was placed. All experiments were repeated once-or twice.

### Results

The mode of action of the powder was preliminary surveyed. Three series were made.

- I. The caterpillars were sprayed, then placed in a clean dish with unsprayed food.



II. The food was sprayed, placed in a clean dish with unsprayed caterpillars, and every other day replaced by newly sprayed food.

III. As sub II., but replacement occurred by unsprayed food.

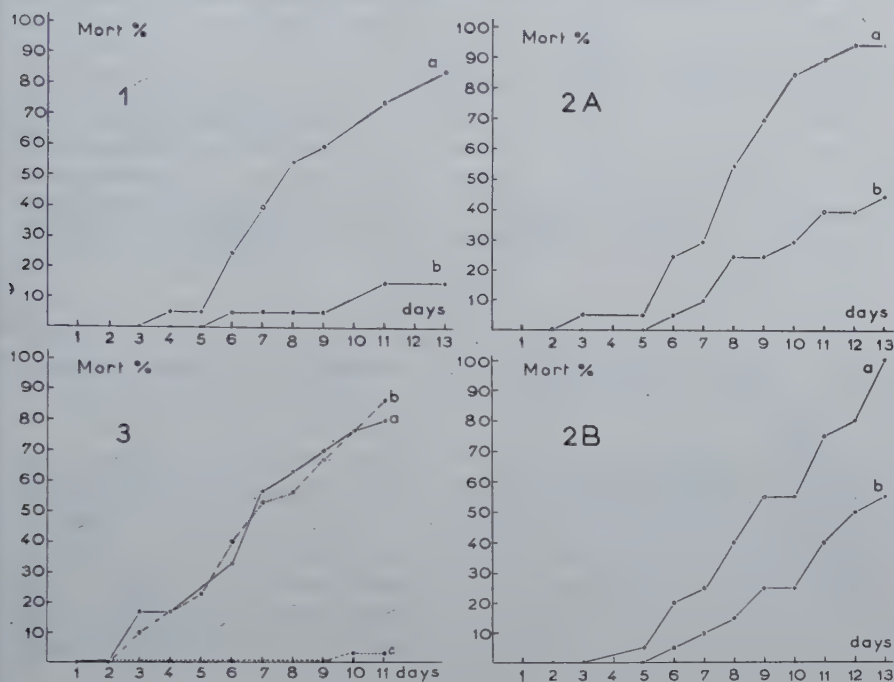


FIG. 1. — Larval stage L3.

- a) Food sprayed, caterpillars not sprayed.
- b) Food not sprayed, caterpillars sprayed.

FIG. 2. — A : Larval stage L2; B : Larval stage L4.

- a) Food sprayed, the sprayed leaves replaced by other sprayed leaves every other day.
- b) Food sprayed, but replaced by other not sprayed leaves.

FIG. 3. — Larval stage L3. Cage experiment, sprayed once.

- a & b) Treated with 0,5 % E 58.
- c) Untreated.

Results are given in the figures 1-3. It is clear that spraying of the caterpillars only has little effect, the effect of treatment 1 (fig. 1, b) being poor.

As was already found by former investigators, it is apparent that the action of the powder is very slow. However, from the beginning a strong effect on the appetite is visible. Treated caterpillars are very slow eaters.

A second series of experiments was done in glass dishes also. Treatments sub II and III were compared (fig. 2, *a* & *b*). It is apparent that replacements of the sprayed food by unsprayed leaves results in much lower mortality. The effect on two moulting stages L2 and L4 is shown. It is clear that this insecticide has also a powerful effect on the nearly fullgrown caterpillars.

The last experiments in cages under outdoor conditions are very interesting. Three cages were used, two of them were sprayed in the same way with 0,5 % E 58 powder. The third was sprayed only with water and the spreader. Thirty specimens per cage were used. In both treated cages a mortality of 80-90 % was reached after eleven days (fig. 3), but in the control cage only one caterpillar out of thirty was found dead.

As LEMOIGNE *et al.* had already found in experiments with *Pieris brassicae* L., the effect is nearly independent of the age of the caterpillars. As the nearly fullgrown tent caterpillars are highly resistant to most of the common insecticides, included DDT, this effect is remarkable.

The E 58 is clearly acting after ingestion by the insects. The main effect is that of a repellent one. More feeding is inhibited and the caterpillar dies mainly from starvation. Caterpillars, replaced on unsprayed food, recover partially.

The effect is very slow, in most experiments it lasts more than ten days before the end-effect is reached. However, under really natural conditions, not using cages, most of the moribund larvae will die earlier.

Though no great expectations should be based on these very preliminary results, it is clear that the experiments with this powder should be continued next year, if possible on a larger scale.

#### SUMMARY

Some preliminary experiments with E 58 powder, derived from the strain E 58 of *Bacillus thuringiensis* were done with tent caterpillars (*Malacosoma neustria* L.). Sprays with 0,25 and 0,5 % powder gave 80 - 90 % mortality after 10 to 13 days of the second, third and fourth larval stages. These results were obtained after feeding with sprayed food, less effect was obtained by spraying the caterpillars only. The same effect, however, with a 0,5 % spray only, was found in an outdoor experiment in large cages round about small apple trees.

The main practical importance of these experiments follows from the fact that the used prepate proved to be highly specific, i. e. toxic to some caterpillars, however, non-toxic to other beings.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Grosstadt Amsterdam leidet zeitweilig an schweren Plagen von Raupen, hauptsächlich *Malacosoma neustria* L. und *Euproctis chrysorrhoea* L., welche die Ulmen (*Ulmus* spp.) entblättern. Zur Zeit werden diese Plagen bestritten mittels

Bestäubungen mit Derris, aber speziell die älteren Raupen sind ziemlich widerstandsfähig gegen diese Behandlung.

Die modernen Insektiziden sind zu giftig zum Gebrauch im Zentrum der Grosstadt. Deswegen werden vorläufige Untersuchungen gemacht mit einem Präparat, von dem « Institut Pasteur » hergestellt aus Extrakten von Kulturen von *Bacillus thuringiensis* BERLINER, Isolation Nr E 58.

Das Insektizide, gespritzt in Konzentrationen von 0,25 und 0,5 %, war hauptsächlich wirksam als Frassgift (fig. 1). Es war ungefähr ebenso wirksam gegen jungen wie gegen alten Raupen (fig. 2). Ein Käfigversuch ins Freie gab ein erfolgreiches Resultat (fig. 3).

Da das Präparat völlig harmlos ist gegen Menschen und Haustiere, sollte es besonders geeignet sein zur Lösung dieses Problems.

ACKNOWLEDGEMENT. The authors earn many thanks to Dr P. GRISON, Director of the « Laboratoire de lutte biologique », La Minière, France, who generously sent us a quantity of the E 58 powder.

#### REFERENCES

- DELAPORTE, B. & S. BÉGUIN. — 1955. Étude d'une souche de *Bacillus*, pathogène pour certains insectes, identifiable à *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Ann. Inst. Pasteur*, **89**, 632-643.
- DIAKONOFF, A. — 1938. Voorloopige mededeeling over de bestrijding van de ringelrups en van de bastaardsatijnvlinder in de stad Amsterdam. — *Tijdschr. Ent.*, **81**, 81-87.
- LEMOIGNE, M., A. BONNEFOI, S. BÉGUIN, P. GRISON, D. MARTOURET, A. SCHENK & C. VAGO. — 1956. Essais d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* BERLINER contre *Pieris brassicae* L. — *Entomophaga*, **1**, 19-34.
- SPOON, W. — 1940. Kwaliteitsomschrijving van Derrispoeder. — *Ber. afd. Handelsseum, Kol. Inst. Amsterdam*, **148**, 8 p.

(Laboratorium voor Toegepaste Entomologie,  
Universiteit van Amsterdam).





ESSAIS DE THERMORÉSISTANCE DE L'ORGANISME  
RESPONSABLE DE LA MALADIE LAITEUSE  
DE LA LARVE DU HANNETON (*MELOLONTHA MELOLONTHA*)

PAR

A. BONNEFOI et M. TOUCAS  
(avec la collaboration technique de H. CHAUMONT)

---

En 1955, B. HURPIN a signalé l'analogie existant entre la maladie laiteuse de la larve du Hanneton (*Melolontha melolontha*) et la « milky disease » de la larve de *Popillia japonica* en Amérique. Le *Bacillus popilliae* (DUKKY, 1940) est le responsable de la « milky disease ». La maladie laiteuse de la larve du Hanneton semble être causée en France par un organisme analogue, mais l'étude systématique de ce germe n'a pu être réalisée, puisque nous n'avons pas encore de milieu permettant de le cultiver facilement.

L'évolution de la maladie est similaire à celle décrite par DUKKY pour le *Bacillus popilliae* type A sur *Popillia japonica*. Au maximum de la maladie, l'hémolymph du ver blanc est remplie d'éléments fusiformes, réfringents et présentant parfois à l'avant une sorte de cristal rappelant ceux décrits dans certains *Bacillus* (voir cliché au microscope électronique (\*)).

B. HURPIN nous ayant procuré des vers blancs malades trouvés dans la nature et des vers blancs sains au stade L3, nous avons pu effectuer quelques recherches *in vivo* sur l'organisme responsable de la maladie laiteuse.

La recherche d'un milieu de culture électif pour l'organisme étudié est encore compliquée par le fait que, très souvent, et surtout vers la fin de la maladie, l'hémolymph contient en plus du germe étudié, des bacilles saprophytes poussant sur tous les milieux de culture usuels.

Pour éliminer ces bactéries, nous avons alors pensé à chauffer à différentes températures, les hémolymphes des vers malades diluées au préalable dans l'eau distillée.

(\*) Les clichés ont été réalisés au Service de microscopie électronique de l'Institut Pasteur de Paris, par M. GIUNTINI. Nous l'en remercions vivement.

Pour effectuer ces expériences, nous avons prélevé stérilement l'hémolymphé d'un ver blanc malade au troisième stade. Ce prélèvement d'hémolymphé s'effectue, à l'aide d'une pipette Pasteur effilée, sur la partie dorsale du ver, au niveau du troisième ou quatrième stigmate respiratoire, soit latéralement, soit sur la partie médiane. On peut aussi en sectionnant une patte du ver blanc obtenir une quantité suffisante d'hémolymphé infectée.

L'hémolymphé ainsi prélevée a l'aspect d'un lait épais : en diluant au 1/200 en eau distillée, on obtient une suspension contenant environ 40 millions d'éléments par centimètre cube. Cette dilution d'hémolymphé est répartie en plusieurs tubes qui subissent chacun un temps de chauffe d'une heure à des températures différentes (60 °C, 70 °C, etc.).

Le contenu de chacun de ces tubes, ayant subi une chauffe différente est injecté à un lot de 10 vers blancs (3<sup>e</sup> stade). Nous inoculons à chaque ver 0,1 cm<sup>3</sup> à l'aide d'une seringue à tuberculine. L'injection se fait latéro-dorsalement entre le troisième et le quatrième stigmate respiratoire. Chaque ver est isolé dans une boîte en fer blanc contenant de la sciure de bois humide.

Si des vers meurent des suites de l'injection, ils meurent dans les vingt-quatre ou quarante-huit heures après et sont notés à part dans le tableau résumant les expériences.

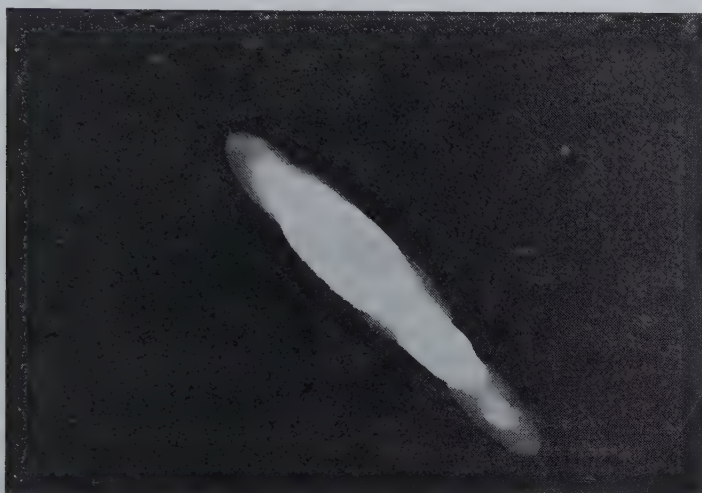
Une expérience préliminaire nous montra que de l'hémolymphé chauffée à 80 °C pendant une heure était susceptible de redonner la maladie à des vers blancs sains. Six expériences furent ensuite effectuées. Dans une première expérience, l'hémolymphé diluée fut répartie en 5 tubes et chaque tube fut chauffé respectivement une heure à 60, 70, 80, 90 °C et le cinquième tube une heure à 100 °C.

Dans les lots 60, 70 et 80 °C, la maladie se développa au bout de trois semaines à un mois. Par contre, au bout de deux mois, les lots à 90 et 100 °C n'avaient encore donné aucun signe suspect de maladie laiteuse. Au bout de cette période, une prise d'hémolymphé fut faite à chaque larve restante et nous avons effectué pour chaque hémolymphé un contrôle microscopique de façon à vérifier que ces larves saines, après deux mois, ne faisaient pas un début de maladie inapparente. Nous avons répété cette expérience aux mêmes températures citées plus haut; les résultats obtenus furent identiques.

Dans les expériences III et IV, nous nous sommes bornés à trois températures différentes, 70, 80 et 90 °C. Là encore, l'hémolymphé chauffée à 70 et 80 °C était susceptible de redonner la maladie laiteuse. A 90 °C pas de maladie.

Dans les expériences suivantes, nous avons cherché à étudier la résistance de l'organisme entre 80 et 90 °C. Dans la cinquième expérience nous avons adopté des températures de chauffe de 84, 87, 88 et 89 °C, dans la sixième expérience des températures de 75, 80,

84 et 90 °C. Les hémolymphes chauffées à 84 °C étaient encore susceptibles de redonner la maladie laiteuse; une heure de chauffe à cette température ne détruit donc pas le germe en cause. En outre



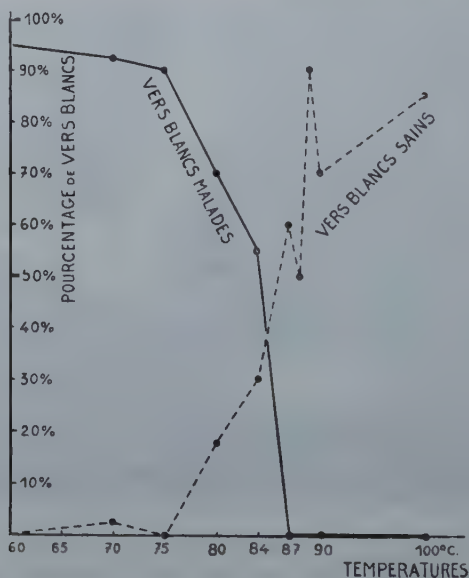
Clichés au microscope électronique de l'organisme responsable de la maladie laiteuse de la larve de *Melolontha melolontha*.  
(Grossissement 12 000).

nous avons constaté que chez les larves injectées avec de l'hémolymphes chauffée une heure à 84 °C la maladie se développait plus lentement que chez les larves injectées avec de l'hémolymphes chauffée

une heure à 75 °C et même 80 °C. Chez certains sujets les symptômes de maladie laiteuse n'apparurent qu'au bout de six semaines. Nous avons constaté de plus qu'à cette température de 84 °C, le pourcentage de maladies laiteuses obtenues est en nette régression.

Hémolymphes diluées chauffées 1 heure à la température de :	60 °C	70 °C	75 °C	80 °C	84 °C	87 °C	88 °C	89 °C	90 °C	100 °C
Nombre de larves traitées pour chaque température :	20	40	10	50	20	10	10	10	50	20
Nombre de larves malades :	19	37	9	35	11	0	0	0	0	0
Soit un pourcentage de :	95 %	92,5 %	90 %	70 %	55 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Larves saines deux mois après l'expérience :	0	1	0	9	6	6	5	9	35	17
Soit un pourcentage de :	0 %	2,5 %	0 %	18 %	30 %	60 %	50 %	90 %	70 %	85 %
Vers blancs morts accidentelle- ment des suites de l'injec- tion ou d'une maladie autre:	1	2	1	6	3	4	5	1	15	3
Soit un pourcentage de :	5 %	5 %	10 %	12 %	15 %	40 %	50 %	10 %	30 %	15 %

On peut facilement grouper ces 6 expériences en un seul tableau et calculer les pourcentages de maladies laiteuses obtenues, et les pourcentages de vers restés sains avec chaque température. Ces chiffres



portés en graphique (tableau et graphique ci-joints) donnent une image assez nette de l'influence du chauffage de l'hémolymphes sur la survie de l'organisme en cause. Il est vraisemblable que 84 °C est une température très proche de sa température léthale et à cette



température on a une diminution du pouvoir vital telle qu'un certain pourcentage seulement d'éléments subsistent.

En conclusion, la suspension aqueuse de l'organisme responsable de la maladie laiteuse du Hanneton (*Melolontha melolontha*) reste infectante après un chauffage d'une heure à 84 °C. Toutefois cette température diminue la vitalité de l'organisme et, pour éliminer les germes saprophytes de l'hémolymphe, il sera préférable de chauffer une heure à 75 °C seulement.

#### SUMMARY

The organism responsible for the milky disease of the cockchafer (*Melolontha melolontha*) when diluted in distilled water and heated for 1 hour at 84 °C retains its infectivity. However this temperature diminishes the vitality of the organism, in order to eliminate the saprophytic organisms of the haemolymph, it is preferable to heat to use a temperature of 75 °C.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DUKKY, S. R. — 1940. Two new spore-forming bacteria causing milky diseases of Japanese beetle larvae. — *J. Agr. Res.*, **61**, 57-68.
- HURPIN, B. — 1955. Sur une maladie laiteuse des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coléopt. Scarabéidae). — *C. R. séances Soc. Biol.*, **149**, 1966-1967.

(Institut Pasteur, Paris).



# ÉTUDE DE DIVERSES SOUCHES DE MALADIE LAITEUSE SUR LES LARVES DE *MELOLONTHA MELOLONTHA* L. ET SUR CELLES DE QUELQUES ESPÈCES VOISINES

PAR

B. HURPIN

---

Depuis 1953, nous avons récolté à diverses reprises, au cours de sondages, des larves de *Melolontha melolontha* L., présentant tous les symptômes de la maladie laiteuse décrite par DUTKY chez *Popillia japonica* NEWM. : diminution de la turgescence, coloration en blanc plus ou moins jaunâtre de la région du pygidium, effacement du vaisseau dorsal, qui prend sensiblement la même coloration que le tissu adipeux, opacité des pattes, etc. (fig. 1). Dans ces insectes, nous avons trouvé chaque fois une septicémie avancée provoquée par une bactérie élaborant deux corpuscules : une sorte de grosse spore et un « cristal ».

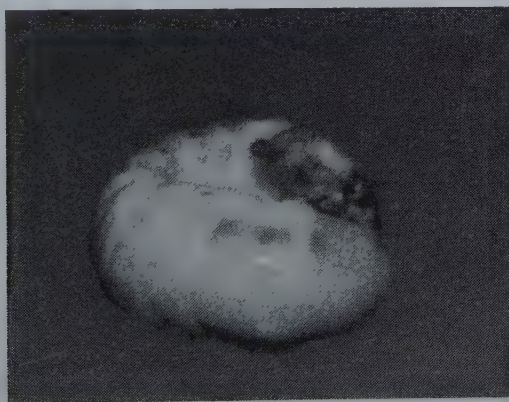


FIG. 1. — Larve de *Melolontha melolontha* L. présentant les symptômes caractéristiques de la maladie laiteuse.

(Cliché : Laboratoire de lutte biologique La Minière).

L'aspect microscopique du germe comme l'allure macroscopique des symptômes indiquent une grande ressemblance avec le « milky disease » utilisé aux U.S.A. comme moyen de lutte biologique contre

le Hanneton japonais (*P. japonica*). Nous avons cherché à préciser les caractères épidémiologiques de la maladie découverte chez notre Ver blanc indigène et à comparer sa virulence avec celle de la bactérie américaine ainsi qu'avec d'autres souches du même type isolées de diverses espèces de Scarabéides. La même maladie due à un germe comparable, sinon identique, a été trouvée en Suisse par WILLE en juillet 1955 et décrite par cet auteur sous le nom de *Bacillus fribourgensis*. Pour préciser de façon aussi complète que possible les différences d'activité des différents microbes expérimentés, nous avons étudié leur action non seulement sur *M. melolontha*, mais aussi sur quelques espèces voisines : *Amphimallon* sp., *Oryctes nasicornis* L., *Cetonia aurata* L.

### I. Méthodes d'étude

Nos expériences ont été réalisées en laboratoire en élevant les larves individuellement dans des boîtes en aluminium de 180 cm<sup>3</sup> fermées par un couvercle à moitié remplies de terre de jardin riche en humus. Le taux d'humidité de cette terre préalablement passée au crible était maintenu au voisinage de 12 % H.R. Les essais préliminaires ayant montré que la maladie laiteuse de *M. melolontha* se développait d'autant mieux que la température est plus forte nous avons fait nos élevages aux environs de 24 °C. Les larves étaient alimentées par une rondelle de carotte renouvelée, en principe, toutes les semaines.

Pour l'infection des insectes, nous avons eu recours aux deux procédés : injection intralymphale et contamination de la nourriture et du substrat.

L'injection intralymphale était pratiquée à l'aide d'une seringue hypodermique à tuberculine graduée en 0,05 cm<sup>3</sup>, à raison de 0,1 cm<sup>3</sup> de suspension par animal, dans le flanc gauche de celui-ci préalablement désinfecté à l'alcool au niveau de l'antépénultième stigmat. Des lots témoins étaient constitués de larves n'ayant subi aucune piqûre et d'insectes dans lesquels avait été injecté 0,1 cm<sup>3</sup> d'eau distillée stérile.

Les essais d'infection « per os » sont effectués en faisant baigner pendant six heures des morceaux de carotte dans une suspension de spores. Au bout de ce délai, les carottes sont distribuées dans les boîtes d'élevage remplies de terre humidifiée avec le surplus du liquide de trempage. La suspension de spores peut être, soit une dilution de l'hémolymph laiteuse, soit le broyat d'une larve atteinte par la maladie, vivante ou morte. Nous avons expérimenté les trois procédés, avec succès dans tous les cas. Les témoins comportant des animaux de la même origine que dans les séries traitées étaient élevés dans les mêmes conditions que celles-ci.

Tous les insectes morts ou malades firent l'objet d'une prise de



sang, à l'exception des cadavres momifiés par une mycose. L'hémolymphe ainsi prélevée, étalée en frottis sur une lame et colorée au bleu de méthylène de Loeffler, nous permettait de déterminer exactement la cause de la mort et de déceler tous les cas de maladie laiteuse due au germe employé.

En effet, si la plupart des larves atteintes par ce genre d'affection présentent pendant plusieurs jours, avant de mourir, les symptômes caractéristiques : aspect laiteux du pygidium, etc., il arrive que certains individus sont tués si rapidement qu'il est difficile d'observer les symptômes sur le vivant ou bien, pour des raisons mal précisées, mais vraisemblablement par suite de l'interférence de plusieurs processus pathologiques, les larves apparaissent incontestablement malades sans intervention des symptômes externes de la maladie laiteuse.

## 2. Origines des souches

a) Dans le cas de *Bacillus popilliae*, souche *Melolontha* (c'est-à-dire du germe naturellement infectieux pour le Hanneton commun et que nous dénommons ainsi en attendant que la mise au point d'un milieu de culture artificiel permette de déterminer ses caractéristiques biochimiques et par conséquent de le classer dans la nomenclature microbiologique), les souches suivantes ont été trouvées :

- En août 1953, dans une prairie permanente à Beaussault (Seine-Maritime);
- En août 1956, dans des prairies permanentes à Beaussault, Saint-Saire et Mesnil-Mauger (Seine-Maritime);
- En août 1957, dans des prairies naturelles et des luzernières à Marolles-les-Brault et à Segrie (Sarthe);
- En août 1957 dans deux prairies de Brouessy (Seine-et-Oise);
- En août 1957, dans un champ de blé semé après une friche, à Saint-Cyr (Seine-et-Oise).

Des cas de maladie laiteuse avaient été constatés dès 1950 au nord-est de Beauvais (Oise), mais à cette époque l'étude du germe ne put être entreprise.

La souche récoltée dans le pays de Bray en 1953, servit aux essais préliminaires sur la virulence de la bactérie et aux premières tentatives de culture de milieu artificiel, mais se trouva perdue l'année suivante.

Nous disposons donc actuellement de trois souches de maladie laiteuse propre à *Melolontha* : une originaire du pays de Bray, une provenant des environs de Versailles, et une de la Sarthe. Toutes les trois ont été expérimentées.

b) *Bacillus popilliae* DUTKY nous a été aimablement communiqué,

sous forme de frottis desséchés, par MM. DUTKY et HAMBLETON en 1954 et 1956.

c) *Bacillus euloomarahae* BEARD et *Bacillus lentimorbus* var. *australis* B. nous ont été envoyés également en frottis d'hémolymph desséchée par M. R. L. BEARD qui a découvert et décrit ces deux bactéries responsables d'une maladie laiteuse chez deux espèces australiennes de *Scarabeidae*: respectivement : *Heteronychus sanctae-helenae* BLANCH. et *Sericesthis pruinosa* DALM.

### 3. Sensibilité de diverses espèces de *Scarabeidae* à ces quatre types de maladie laiteuse

Notre premier travail fut d'évaluer la virulence des quatre maladies laiteuses dont nous disposions pour des larves de *Melolontha* au troisième stade, et de comparer d'autre part la sensibilité de diverses espèces de Vers blancs à ces germes. Chaque essai comprenait 20 larves et fut répété deux ou trois fois. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau I qui montre que :

Les germes australiens sont peu intéressants pour nos Vers blancs : *B. lentimorbus* n'a communiqué la maladie à aucun des individus expérimentés et *B. euloomarahae* n'est pathogène que par injection intralymphale.

Les deux *B. popilliae*, d'origine européenne et d'origine américaine, se comportent sensiblement de même, au moins qualitativement vis-à-vis des *Melolonthides*. Par contre, la bactérie isolée de *Popilliae japonica* est active sur la cétoine dorée alors que la souche française ne l'est pas.

TABLEAU I  
Sensibilité des Vers blancs aux maladies laiteuses

SOUCHE	<i>M. melolontha</i>		<i>A. solstitialis</i>		<i>A. majalis</i>		<i>C. aurata</i>		<i>O. nasicornis</i>	
	Inject.	per os	Inject.	per os	Inject.	per os	Inject.	per os	Inject.	per os
<i>B. popilliae melolontha</i>	++	+	+	—	+	—	—	—	—	—
<i>B. popilliae DUTKY</i>	++	±	++	—	++	+	+	—	+	—
<i>B. lentimorbus australis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>B. euloomarahae</i>	++	—	—	—	—	—	++	—	+	—

++ signifie que plus de 50 % sont mortes de la maladie

+ — — moins de 50 % — — —

— — — que l'espèce est résistante à la maladie

Pour les larves de *M. melolontha*, *B. popilliae* DUTKY est à peu près aussi virulent que la souche de maladie laiteuse naturellement adaptée à cette espèce lorsque la contamination est faite par injection intralymphale. Lorsqu'il y a infection « per os » seul un petit nombre

d'insectes contractent la maladie et dans certains cas seulement lorsqu'il s'agit du germe américain.

Cette différence est peut-être due à la valeur du pH du tube digestif selon un phénomène mis en évidence chez les Lépidoptères dans le cas de *Bacillus thuringiensis* BERL. par ANGUS (1954).

En effet, alors que le pH de l'hémolymph de des larves de *Popillia japonica* et de *M. melolontha* est à peu près le même : 7,3 environ (BEARD 1945, WILDBOLZ 1954), l'intestin moyen de *M. melolontha* à un pH voisin de 8,2 (WILDBOLZ 1954) alors que celui de *P. japonica* est 9,4 environ (SWINGLE 1931).

Introduite directement dans l'hémolymph de *M. melolontha*, la bactérie américaine y trouve les mêmes conditions de pH que dans son hôte habituel alors qu'il n'en va pas de même pour le tube digestif. Cette hypothèse est à vérifier expérimentalement mais, quel que soit le phénomène en cause, les deux types de maladie laiteuse intéressants pour le Hanneton commun sont les deux souches de *B. popilliae*.

Nous avons donc étudié surtout l'action de ces deux souches et accessoirement de *B. euloomarahae* sur les larves de *M. melolontha*. Nous résumons ici nos recherches sur l'influence de la température et de la concentration en spores de l'inoculum, sur l'effet du nombre de passages et de l'âge des insectes sur la virulence.

#### ACTION DE LA TEMPÉRATURE.

Nous l'avons étudiée à deux reprises par injection d'une même dose de spores (environ 500 000) à 20 larves du troisième stade de *M. melolontha*.

Dans un premier essai réalisé en 1956, nous avons comparé *B. euloomarahae*, *B. popilliae* DUTKY, et *B. popilliae* souche *Melolontha*. Cette expérience préliminaire montra le rôle important de la température sur le développement des trois maladies considérées et mit en évidence les différences présentées par les trois germes quant à la rapidité de leur action selon la température :

TABLEAU II  
Nombre de malades suivant la température

TEMPÉRATURES	<i>B. popilliae</i> souche « <i>Melolontha</i> »		<i>B. popilliae</i> DUTKY		<i>B. euloomarahae</i>	
	après 20 jours	après 30 jours	après 20 jours	après 30 jours	après 20 jours	après 30 jours
15 °C .....	0	0	0	0	0	0
20 °C .....	1	9	5	13	9	14
24 °C .....	5	14	14	18	10	15
32 °C .....	—	—	—	—	10	16

Pour tous, il est nécessaire qu'il y ait plus de 15 °C, pour la production de spores et l'apparition des symptômes, mais la souche américaine paraît capable à cette température de se multiplier plus rapidement dans l'hémolymphe au moins en ce qui concerne la prolifération des formes bacillaires. Pour préciser ces résultats, un deuxième essai fut réalisé en 1958 avec un plus grand nombre de températures : 15, 18, 21, 24, 27 et 30 °C.

Chacun de ces six lots comprenait 20 larves du troisième stade injectées avec de l'hémolymphe laiteuse à *Bacillus popilliae* DUTKY et 20 larves injectées de la même manière avec *B. popilliae* souche *Melolontha*. Tous les trois jours, l'état des larves était noté et, pour suivre l'évolution de la maladie, des prélèvements d'hémolymphe étaient effectués sur trois individus de chaque lot, et examinés au microscope.

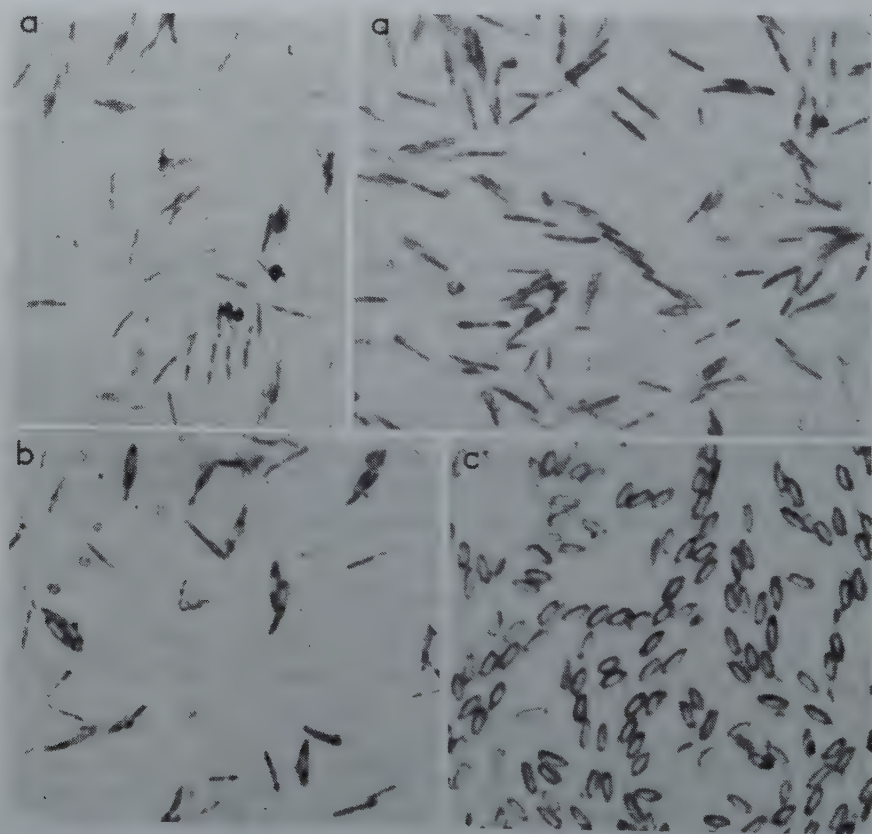


FIG. 2. — Évolution de la septicémie dans l'hémolymphe. a) Deux étapes de la multiplication du germe; b) début de la sporulation; c) spores mûres.

(Cliché : Laboratoire de lutte biologique La Minière).



Quatre phases peuvent être distinguées :

- 1° Une phase de multiplication du germe caractérisée par la prolifération des batonnets qui deviennent de plus en plus nombreux (fig. 2 a).

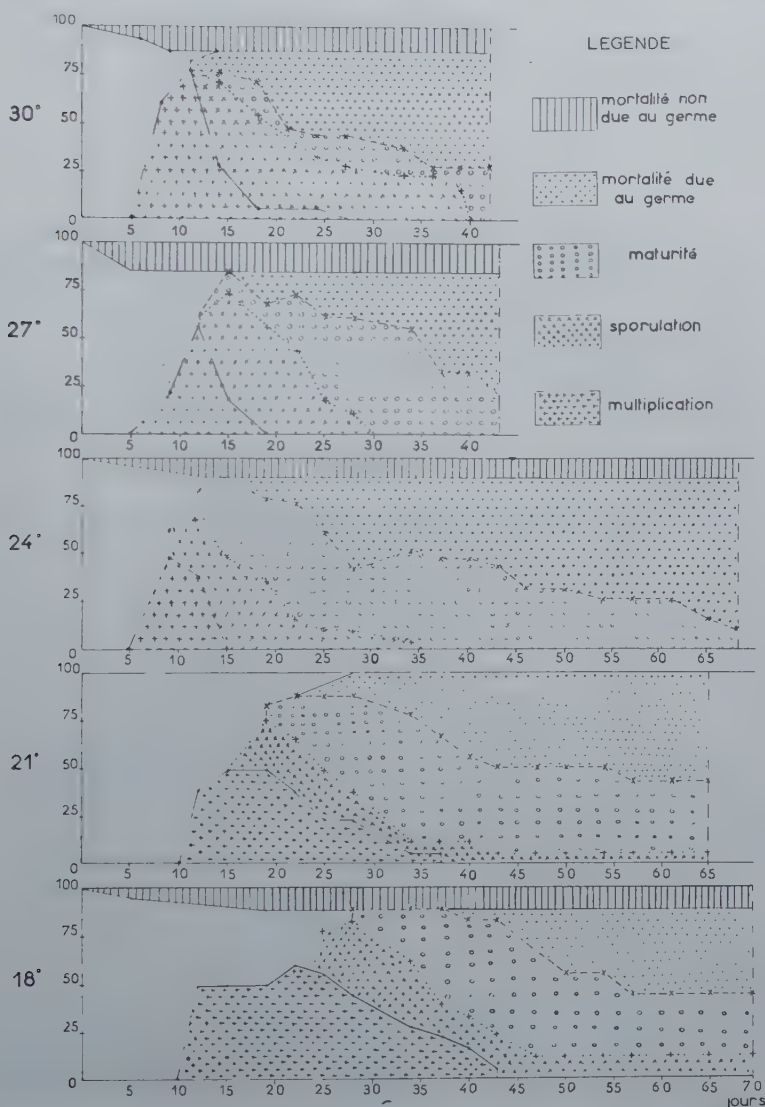


FIG. 3. — Action de la température sur l'évolution des différentes phases de la maladie laiteuse à *Bacillus popilliae* souche *Melolontha*, dans des larves du troisième stade de *Melolontha melolontha*.

- 2° Une phase de sporulation qui paraît intervenir lorsque les formes bacillaires sont suffisamment nombreuses : chaque batonnet se

renfle progressivement en son milieu et donne une spore qui occupe peu à peu la majeure partie du corps bactérien (fig. 2 b).

- 3° Une phase de maturation qui correspond à l'apparition de la forme définitive des organismes constitués essentiellement par une spore et un cristal (fig. 2 c). A la fin de cette période, le sang ne compte plus guère que ces formes sporulées, les bâtonnets sont devenus très rares, prennent mal les colorants et semblent plus ou moins en dégénérescence.
- 4° Une phase de mortalité : les larves finissent par succomber à la septicémie.

D'une façon générale, chacune de ces phases se traduit par des symptômes externes qui dans l'ensemble sont assez caractéristiques : au moment de la multiplication, la partie postérieure du corps prend un aspect légèrement opalescent qui s'accroît à mesure que l'infection progresse, de sorte que au moment de la sporulation, le vaisseau dorsal devient inapparent et une onde blanchâtre passe sous le tégument du pygidium lorsqu'on comprime légèrement le Ver blanc. La maturation se reconnaît à la couleur blanche généralisée sur le dernier segment abdominal.

La figure 3 illustre les résultats obtenus, compte tenu de ces remarques, aux six températures expérimentées, dans le cas du germe naturellement adapté à *M. melolontha*. La figure 4 donne les mêmes renseignements pour les séries injectées avec *B. popilliae* DUTKY. De ces deux graphiques, il ressort que la température agit surtout sur le rythme de l'incubation plutôt que sur le nombre de malades, quelle que soit la souche considérée. En effet pour les deux germes, la mortalité due à la maladie étudiée varie de 80 à 100 % lorsque la température est supérieure à 15 °C tandis que les différentes phases décrites ci-dessus s'observent d'autant plus tôt et se déroulent d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

Cependant, deux groupes de températures se différencient nettement d'après ces données. Les figures 5 et 6 qui résument l'action globale de la température sur le développement des deux affections, le confirment nettement : d'une part, 30, 27 et 24 °C, d'autre part 21 et 18 °C. Ceci montre qu'il n'y a pas de relation étroite entre la température et l'évolution de la maladie, pour les deux souches : la sporulation n'a lieu qu'au-dessus de 15 °C, jusqu'à 21-22 °C la maladie évolue lentement, si la chaleur est plus forte les symptômes apparaissent beaucoup plus tôt.

Il est vraisemblable que deux phénomènes antagonistes sont à l'origine de ce classement en deux groupes : l'accélération de la croissance du germe avec la température, la diminution de la résistance de l'hôte lorsque la température devient trop élevée, c'est-à-dire au-dessus de 25 °C.

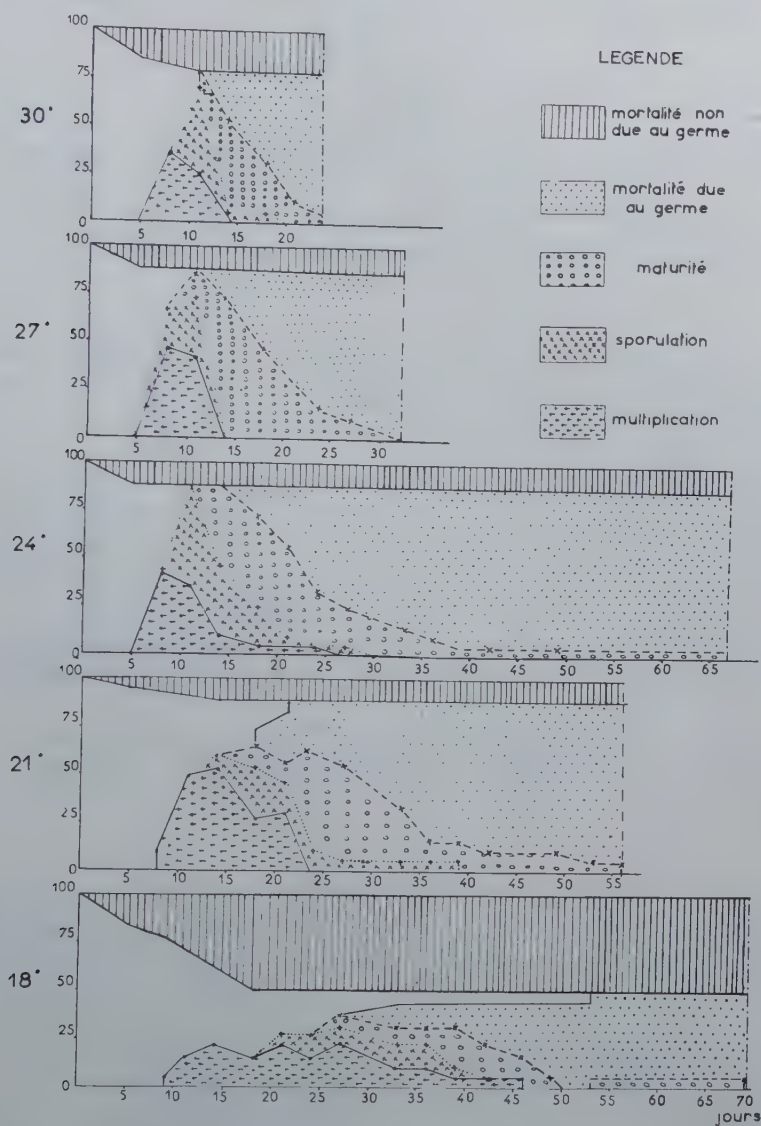


FIG. 4. — Action de la température sur l'évolution des différentes phases de la maladie laiteuse à *Bacillus popilliae* DUTKY dans les larves du troisième stade de *Melolontha melolontha*.

Ainsi s'expliqueraient les meilleurs résultats enregistrés à 24 °C, car si la mortalité est alors plus lente qu'à 27 ou 30 °C, le nombre de malades est le même comme nous l'avons vu précédemment. Un caractère qui confirme cette hypothèse est le nombre de spores contenus dans les cadavres, comme l'indique le tableau III.

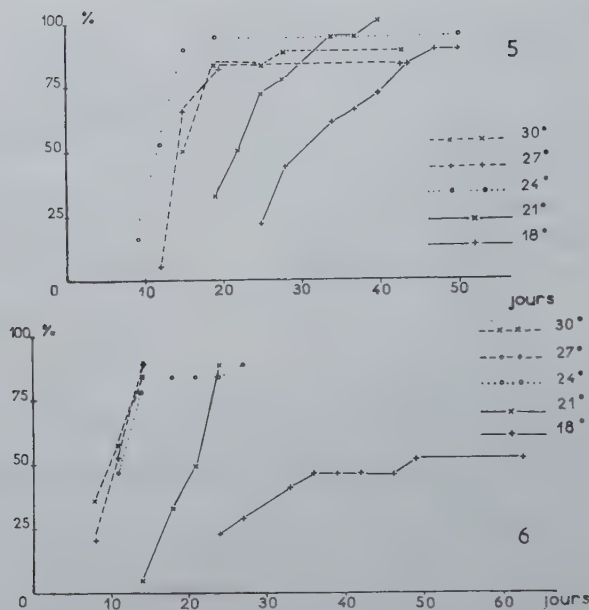


FIG. 5. — Influence globale de la température sur *Bacillus popilliae* souche *Melolontha*, pourcentage de malades en fonction du temps.

FIG. 6. — Influence globale de la température sur *Bacillus popilliae* DUTKY., pourcentage de malades en fonction du temps.

TABLEAU III

Nombre de spores par larve suivant le germe et la température

TEMPÉRATURE	18 °C	21 °C	24 °C	27 °C	30 °C
<i>B. popilliae</i> « <i>Melolontha</i> ».					
Nombre de larves examinées...	14	15	12	9	5
Nombre de spores/larve (en milliards) min.-max. ....	2-14	5-17	8-22	8-15	4-6
Moy.....	7	13	12	10	5
<i>B. popilliae</i> DUTKY.					
Nombre de larves examinées...	7	10	4		
Nombre de spores/larve (en milliards) min.-max. ....	0,5-2,5	2,5-12,5	2,2-16,5		
Moy.....	1,6	5,6	6,4		

Pour les deux souches la température optima se révèle être 24 °C, mais on note une très sensible différence en ce qui concerne la richesse en spores, qui est deux ou trois fois plus grande dans le cas du germe naturellement adapté à *M. melolontha* qu'avec la bactérie américaine.



#### 4. Influence de la dose de spores

Nous l'avons examinée seulement sur le germe français puisque cet organisme s'est montré, d'après les essais antérieurs, le plus virulent pour *M. melolontha*.

L'expérimentation fut réalisée parallèlement par injection des larves et par contamination de la terre des récipients d'élevage.

##### 1<sup>o</sup> ESSAIS PAR INJECTION.

Six lots de 20 larves du troisième stade furent injectés avec de l'hémolymphé laiteuse provenant d'un individu malade et diluée avec de l'eau stérile de façon à obtenir les concentrations en spores suivantes : 100 000, 1 million, 5 millions, 10 millions, 100 millions et 1 milliard de spores par centimètre cube. L'inoculum étant pour chaque individu de 1/10 de centimètre cube. Les doses de spores expérimentées furent donc de : 10 000, 100 000, 500 000, 1 million, 10 millions et 100 millions.

Les élevages furent conduits à 24 °C. Tous les trois jours, les mêmes examens de l'hémolymphé et les mêmes notations que pour les expériences sur l'action de la température furent pratiquées.

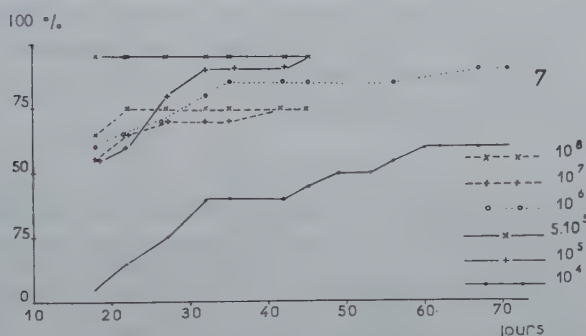


FIG. 7. — Action du nombre de spores injectées par larve du troisième stade de *Melolontha melolontha* sur le pourcentage de malades.

La figure 7 traduit l'évolution de l'infection et montre qu'il n'y a guère d'influence de la richesse en spores de l'inoculum à partir d'un seuil voisin de 10 000 spores par individu, qu'il s'agisse du pourcentage de mortalité ou de la durée respective des différentes phases de l'infection. Des doses de 500 000 ou 1 million paraissent particulièrement efficaces.

Les comptages de spores contenues dans les cadavres des différents lots confirment l'équivalence des résultats quelle que soit la dose injectée (tableau IV).

TABLEAU IV  
Richesse en spores par cadavre, selon la dose injectée

DOSES	10 000	100 000	500 000	1 million	10 millions	100 millions
Nombre de larves . . . . .	11	12	16	17	10	12
Nombre de spores par insecte (en milliards) :						
Min.-Max. . . . .	3-21	11-17,5	7-17	8-21	9-20	6-27
Moy. . . . .	14	15	12	14	15	15

## 2° ESSAIS PAR INGESTION.

De la terre contaminée par mélange avec un broyat de Ver blanc malade dilué jusqu'à la teneur désirée en spores de *B. popilliae* souche *Melolontha* fut répartie dans les boîtes d'élevages. Ceux-ci furent faits à 24 °C avec les trois stades larvaires. Trois concentrations furent expérimentées : 100 000, 500 000 et 5 millions de spores par gramme de terre. Chaque série comportait 20 insectes.

D'après le tableau V, dans cet essai préliminaire, l'influence du nombre de germes incorporés au sol paraît peu considérable : au bout de trois mois d'élevage, dans l'ensemble, la proportion de malades est sensiblement la même pour la faible et pour la forte concentration, tout au moins avec les doses utilisées. Par conséquent, 100 000 spores par gramme de terre suffisent à assurer l'infection du sol. Les recherches se poursuivent pour déterminer la dose minima au-dessous de laquelle il ne faut pas descendre.

TABLEAU V  
Action de la richesse en spores de la terre d'élevage

Nombre de spores par gramme de terre	Nombre de malades		
	Larves du 1 <sup>er</sup> stade	Larves du 2 <sup>e</sup> stade	Larves du 3 <sup>e</sup> stade
100 000	4	2	4
500 000	0	0	2
5 000 000	3	1	6

## 5. Action du nombre de passages sur la virulence

Il arrive souvent que la virulence de bactéries pathogènes s'accroisse au cours de passages successifs dans des séries d'hôtes de la même espèce sensibles à la maladie. BEARD a tenté de vérifier ce phénomène dans le cas de *B. popilliae* DUTKY sur les larves du Hanneton japonais. Ses chiffres attestent une très grande variabilité mais révèlent une tendance à l'accroissement de la virulence en fonction des passages.

Nous avons examiné cette question pour les trois germes patho-

gènes pour *M. melolontha* en faisant les repiquages par l'injection d'hémolymph prélevée dans un Ver blanc vivant présentant les symptômes caractéristiques de la maladie et ayant atteint la phase de maturation définie précédemment. Cette hémolymph était diluée dans de l'eau stérile pour que chaque individu soit injecté avec 500 000 à 1 million de spores. Chaque passage était effectué sur une vingtaine de larves du troisième stade en n'utilisant que des insectes ayant sensiblement le même âge pour que l'état physiologique de l'hôte soit comparable d'une série à l'autre.

TABLEAU VI

Action du nombre de passages sur la virulence des maladies laiteuses pour *M. melolontha*

Passage	Nombre de larves contaminées	Nombre de malades	Pourcentage	Délai d'apparition de la maladie
A. — <i>Bacillus popilliae</i> souche <i>Melolontha</i> .				
Premier .....	26	16	62 %	10 à 18 jours
Deuxième.....	25	17	68 %	22 à 41 —
Troisième.....	13	7	55 %	17 à 30 —
B. — <i>Bacillus popilliae</i> DUTKY.				
Premier .....	18	15	83 %	16 à 20 jours
Deuxième.....	26	26	100 %	6 à 13 —
Troisième.....	30	13	43 %	9 à 12 —
Quatrième.....	26	11	42 %	18 à 30 —
C. — <i>Bacillus euloomarahae</i> .				
Premier .....	25	19	76 %	15 à 40 jours
Deuxième.....	27	15	55 %	9 à 12 —
Troisième.....	17	14	82 %	9 à 12 —
(Sur <i>Cetonia aurata</i> ).				
Premier .....	13	9	70 %	15 à 50 jours
Deuxième.....	15	13	86 %	10 à 13 —
Troisième.....	12	7	58 %	9 à 17 —

Dans le cas de *B. euloomarahae* l'effet sur des larves du troisième stade de *Cetonia aurata* fut comparé à l'action sur *M. melolontha*.

Les essais continuent, mais les données acquises jusqu'à présent, rassemblées dans le tableau VI, indiquent qu'au bout de trois ou quatre passages la virulence ne paraît pas s'être modifiée, pour les trois souches considérées. Toutefois, ce n'est là qu'une indication car des modifications peuvent n'intervenir qu'après un nombre beaucoup plus grand de repiquages.

Cependant, nous retiendrons de cette étude que la souche française de maladie laiteuse conserve sa virulence au cours de passages d'hôte à hôte au moins aussi bien que la souche américaine de *B. popilliae*.

## 6. Effet de la métamorphose

Pour *Popillia japonica*, contrairement à l'opinion de LANGFORD, VINCENT & CORY qui prétendent que les larves atteintes par *B. popilliae* DUTKY sont capables de se métamorphoser, BEARD conclut que les insectes ne peuvent se nymphoser que si le germe en est encore au stade de l'incubation. Lorsque les spores sont mûres, la nymphose est impossible.

Nous avons cherché à voir d'une façon analogue, quelle était l'influence de la contamination par *B. popilliae* souche *Melolontha* sur la métamorphose de *M. melolontha*.

Dans ce but des injections de spores ont été pratiquées sur des larves de troisième stade, sur des nymphes ou des insectes parfaits. Dans tous les cas, les élevages furent maintenus à 24 °C.

Dans plusieurs séries d'injections réalisées sur des larves du troisième stade, il est arrivé à diverses reprises que des prénymphe se forment à la fin de l'essai. En général, ces insectes ont une hémolymphe stérile mais, dans quelques cas, nous avons noté la présence de *B. popilliae*. Ainsi, dans dix lots de vieilles larves du troisième stade ayant subi une injection de spores, nous avons eu 14 nymphes et 35 prénymphe normales et 9 prénymphe contenant la maladie laiteuse. Toutes ces prénymphe vivantes ne montraient aucun symptôme particulier, seuls les frottis révèlent la présence des germes caractéristiques de l'affection. Trois prénymphe examinées six jours après leur formation ne renfermaient que des bâtonnets, mais dans cinq prénymphe âgées de quatorze jours de nombreuses spores se trouvaient mélangées aux formes bacillaires et dans une autre au bout de vingt et un jours, les spores étaient en majorité par rapport aux bâtonnets.

Par conséquent, conformément à l'opinion de BEARD pour *Popilliae japonica*, la souche française de *B. popilliae* est susceptible de se développer au moins pendant le début de la métamorphose de *M. melolontha*.

Nous avons tenté de vérifier ce phénomène en injectant directement la maladie à des prénymphe, malheureusement les deux essais effectués se sont soldés par un échec à cause de la mortalité survenue dans les jours qui suivirent l'injection. Un individu survivant se trouvait toutefois au bout de neuf jours au début de la phase de sporulation. Ce qui confirme la compatibilité de la nymphose et du développement de la bactérie considérée.

Cependant, les nymphes semblent représenter un stade peu favorable à l'évolution de la maladie laiteuse comme en témoigne le tableau VII : le pourcentage de nymphes malades est la moitié de celui qu'on enregistre dans le cas des larves et des imago. Chez quelques individus les processus de métamorphose se sont poursuivis



après l'infection mais les Hanneçons sont morts avant leur éclosion ou à la sortie de la dépouille nymphale.

TABLEAU VII

Influence du stade de *M. melolontha* sur la virulence de *B. popilliae* souche *Melolontha*

Stade		Nombre d'insectes injectés	Nombre de malades	Pourcentage de malades
Troisième stade	1.	25	17	68 %
	2.	13	7	54 %
Nymphe	1.	13	4	32 %
	2.	19	5	25 %
Imago	1.	20	10	50 %
	2.	24	18	75 %

Par contre, les imagos se révèlent sensibles à l'affection dans la même mesure que les larves (tableau 7).

Ces données préliminaires qui seront complétées par l'expérimentation en cours, mettent en évidence la possibilité de la poursuite de l'infection pendant la métamorphose. Toutefois, la plus grande résistance des nymphes d'une part, la sensibilité des insectes parfaits d'autre part, limitent la prolongation de la maladie; de sorte que dans la nature, il n'y a pratiquement pas de chances que les Hanneçons adultes soient porteurs du germe.

## RÉSUMÉ

Nous avons comparé, au laboratoire, la virulence pour les larves du Hanneçon commun (*Melolontha melolontha* L.), ainsi que pour quelques autres espèces de Scarabéides (*Amphimallon majalis* RAZ., *A. solstitialis* L., *Oryctes nasicornis* L., *Cetonia aurata* L.) de quatre types de maladie laiteuse : le germe pathogène dans la nature pour nos Vers blancs indigènes : *Bacillus popilliae*, souche *Melolontha*, *B. popilliae* DUTKY, *B. euloomarahae* BEARD, et *B. lentimorbus* Var. *australis* BEARD.

Les essais effectués à la fois par injection intralymphale et par contamination de la nourriture montrent que la souche indigène, *B. popilliae* souche *Melolontha*, est la plus virulente pour les larves de cette espèce. Seule, elle est active par infection « per os ».

L'évolution de la maladie en fonction de la température a été étudiée en comparant *B. popilliae* « *Melolontha* » à *B. popilliae* DUTKY. Pour les deux germes il est nécessaire que la température soit supérieure à 15 °C, l'optimum étant voisin de 25 °C.

Le nombre de spores injectées ou ingérées paraît avoir moins d'importance à condition qu'il soit plus grand qu'une dose minimum, inférieure à 10 000 spores injectées à l'individu. D'après les essais préliminaires réalisés jusqu'à présent, la virulence semble se conserver au cours des passages d'hôte à hôte aussi bien pour la souche française que pour la bactérie américaine.

Le déclenchement de la métamorphose est compatible avec la poursuite de l'infection, mais la résistance des nymphes et la sensibilité des jeunes insectes parfaits empêche la contamination des imagos dans la nature.

## ZUSAMMENFASSUNG

In Laboratoriumsversuchen wurde die Pathogenität von folgenden 4 verschiedenen Erregern der « Milchkrankheit » verglichen : *Bacillus popilliae*, Stamm « *Melolontha* » (in der Natur bei uns vorkommend und für einheimische Engerlinge von *Melolontha* pathogen), *B. popilliae* DUTKY, *B. euloomarahae* BEARD. und *B. lentimorbus*, var. *australis* BEARD; diese wurden in ihrer Wirkung gegenüber folgenden Scarabäidenarten untersucht : *Melolontha melolontha* L., *Amphimallon majalis* RAZ., *A. solstitialis* L., *Oryctes nasicornis* L., *Cetonia aurata* L.

Die sowohl durch intralymphale Injektion als auch durch Versuchung der Nahrung durchgeführten Versuche zeigen, dass der einheimische Bakterienstamm (*B. popilliae*, Stamm « *Melolontha* ») der virulenteste für die Larven dieser Spezies ist : nur dieser führt nach peroraler Infektion zur Erkrankung.

Der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung der Krankheit wurde an *B. popilliae* « *Melolontha* » und *B. popilliae* DUTKY verglichen. Beide Keime benötigen mehr als 15 °C Wärme, ihre Optimaltemperatur liegt bei 25 °C.

Die Anzahl Sporen, die konsumiert oder injiziert wird, scheint weniger wichtig zu sein, sofern bei Injektionen der Minimalbetrag von 10 000 Sporen pro Individuum erreicht wird.

Den bis jetzt durchgeführten Vorversuchen nach zu schliessen, scheint sich die Virulenz des französischen sowie des amerikanischen Bakterienstammes durch Übertragung von Wirt zu Wirt zu erhalten. Die Infektion dauert selbst bei Beginn der Metamorphose an, die Widerstandsfähigkeit der Puppen und der jungen Imagines macht jedoch einen Befall der letzteren in der Natur unmöglich.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANGUS, T. A. — 1954. Some properties of a bacterial toxin affecting insect larvae. — *Canada. Dept. Agr. Div. Forest. Biol.*, **10**, 000-000.
- BEARD, R. L. — 1956. Two milky diseases of Australian Scarabaeidae. *Canad. Ent.*, **88**, 640-647.
- DUTKY, S. R. — 1940. Two new Spore-forming bacteria causing milky diseases of Japanese beetle larvae. — *J. Agric. Res.*, **61**, 57-68.
- HURPIN, B. — 1955. Sur une maladie laiteuse des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleopt. Scarabaeidae). — *C. R. Soc. Biol.*, **149**, 1966-1967.
- 1955. Développement des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleopt. Scarabaeidae) à différentes températures constantes. — *Ann. Epiphyties*, 529-534.
- LANGFORD, G.S., R.H. VINCENT & E.N. CORY 1942. The adult Japanese beetle as host and disseminator of Type A milky disease. *J. econ. Ent.* **35**, 165-169.
- SWINGLE, M. C. — 1931. Hydrogen ion concentration within the digestive tract of certain insect. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **24**, 489-495.
- WILDBOLTZ, T. — 1951. Beitrag zur Anatomie, Histologie und Physiologie des Darmkanals der Larve von *Melolontha melolontha* L. — *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **27**, 193-240.
- WILLE, H. — 1956. *Bacillus fribourgensis* n. sp., Erreger einer « Milky-disease » im Engerling von *Melolontha melolontha* L. — *Mitt. Schweiz. Entom. Ges.*, **29**, 271-282.

I.N.R.A. Laboratoire de lutte biologique  
La Minière (Seine-et-Oise).

# ESSAIS DE CULTURES DE TISSUS DE LÉPIDOPTÈRES SUR MATIÈRES PLASTIQUES

PAR

A. AIZAWA et C. VAGO

---

Les dernières acquisitions en cultures de tissus d'Insectes rendent possible le développement de certaines cellules de Lépidoptères dans des milieux mi-synthétiques, le maintien des cellules, la culture de tissus de plusieurs Insectes dans un même milieu et enfin la dispersion enzymatique des cellules (1), (3), (5 à 8). Ces résultats nous font prévoir l'emploi de plus en plus courant de la culture de cellules pour diverses études en virologie des Insectes.

Aussi, paraissait-il utile de mener parallèlement aux progrès des cultures elles-mêmes, des travaux visant à l'amélioration des techniques de la culture.

Nous avons dans le passé étudié des micro-enceintes adaptées à la culture des cellules d'Insectes permettant l'emploi d'une quantité très réduite de milieu où l'application de la méthode en gouttes pendantes, tout en rendant possible le changement aseptique de milieu et l'observation microscopique ininterrompue (VAGO, 1958).

Récemment, nous avons essayé de cultiver les cellules de Lépidoptères sur surfaces de matière plastique, ces dernières pouvant présenter de nombreuses facilités de maniement. En effet, pour la culture de tissus de Vertébrés ou de tissus humains et surtout pour celle des cellules cancéreuses, différentes matières plastiques ont déjà servi à l'obtention de couches cellulaires *in vitro*. Ainsi, mentionnons les techniques employant les plaques d'« Araldite » (BARSKY, 1954) ou encore les alvéoles en série servant pour les « tests sérologiques sur culture » de certaines maladies à virus.

Ces matières ont attesté une neutralité poussée vis-à-vis des cellules et ont permis un développement satisfaisant de fibroblastes de Vertébrés. Il était intéressant de voir quel était l'effet de ces substances sur les cellules cultivées à partir des Insectes, cellules qui, comme nous le savons, se multiplient bien plus difficilement que celles des Vertébrés, tout au moins en présence des substances de croissance actuellement connues.

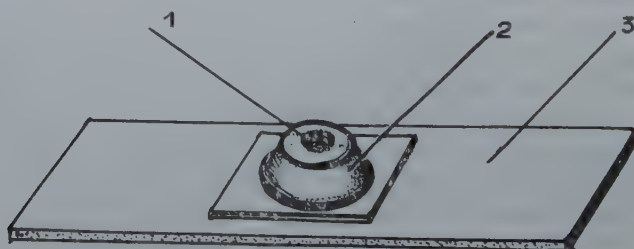
Notre choix a porté sur les plaques en matière plastique dont sont composées les alvéoles des tests sérologiques de la poliomyélite. Cette matière est un composé de polyvinyle presque transparente malgré sa couleur légèrement jaunâtre lorsqu'elle est en lamelles minces.

Ces plaques ne peuvent pas être désinfectées par autoclavage, mais une asepsie satisfaisante est obtenue par le trempage dans l'alcool à 95 °C pendant vingt-quatre heures ou encore par l'exposition aux rayons ultra-violets.

Après de telles désinfections, deux sortes d'expériences ont été effectuées avec, comme test, la culture de gonades femelles de larves ou d'ovaire nymphal de *Bombyx mori* dans un milieu mi-synthétique décrit récemment (VAGO & CHASTANG, 1958 *a* et *b*).

*a*) D'abord nous avons comparé les cultures sur plaques en plastique avec celles effectuées sur lamelles de verre. Des morceaux de plaque de dimensions des lamelles couvre-objet, ont été découpés et désinfectés. Les explants ont été mis en culture en gouttes pendantes, lesquelles ont été posées d'une part sur les lamelles plastique, d'autre part, sur les lamelles en verre. Les préparations ont été renversées sur des lames creuses et scellées à l'aide de paraffine liquéfiée.

*b*) Les plaques de polyvinyle prévues pour les tests sérologiques de la poliomyélite présentant un moulage spécial sous forme d'alvéoles, nous avons pensé ajouter à nos tests, la culture dans ces concavités. La comparaison ne pouvant être faite avec des récipients de verre semblables, ceux-ci étant inexistants en technique de culture de tissus, nous avons évalué les résultats obtenus en alvéole comparativement à ceux obtenus par la culture sur lamelles. Dans ce but, les alvéoles ont été employées en sens inverse et ont porté sur leur fond, en goutte pendante, l'explant et le milieu (figure).



CULTURE DE TISSUS D'INSECTES EN GOUTTE PENDANTE  
DANS ALVÉOLE EN POLYVINYLE

1. Goutte pendante de milieu avec explant;
2. Alvéole en polyvinyle soudée à la paraffine;
3. Lame porte-objet.

L'émigration et le développement de fibroblastes a commencé à 30 °C au bout de douze heures sur la surface de plastique, délai compa-



nable à celui observé sur surface de verre. La dispersion des fibroblastes autour de l'explant était comparable dans tous les types de culture. Notons que souvent le développement était plus rapide dans les alvéoles que dans les autres cultures, ce qui pourrait être en rapport avec le volume d'air.

La forme des fibroblastes cultivés sur verre et sur plastique n'a montré aucune différence sensible. L'apparition de vacuoles, phénomène assez irrégulier pour des raisons encore peu éclaircies, était comparable dans les deux cas mais d'une façon générale réduite. Les cellules sont restées transparentes.

En dehors de la culture elle-même, il était intéressant d'examiner également les possibilités d'observation, de conservation et de coloration des cellules. En effet, au cours des divers travaux virologiques *in vitro*, on est souvent amené à examiner les lésions à l'aide de colorations différentielles.

L'examen direct des cultures vivantes à l'aide du contraste de phase n'a présenté aucune difficulté.

Le contact de la matière plastique étudiée avec les fixateurs Bouin, Bouin-Hollande, Formol salé, n'a amené aucune altération ni des cellules ni du support.

La deshydratation dans la série des alcools peut se faire de la même façon que sur lame de verre. Les colorations selon Pappenheim ou l'Hemalun-éosine orange, ont rendu des couleurs normales.

Enfin, la conservation des préparations dans du baume du Canada est possible. Il ne faut cependant pas employer la lamelle plastique elle-même comme couvre-objet car la visibilité à travers la surface plastique n'est pas aussi bonne qu'à travers le verre. La face « culture » de la plaque doit donc être posée vers le haut, au contact d'une lamelle de verre couvrant la préparation.

En conclusion, il apparaît que la culture de tissus d'Insectes est possible sur la surface de certaines matières plastiques, notamment du groupe polyvinyle. Ce fait permet d'envisager, grâce à la souplesse, à l'aptitude au moulage et à la nature incassable de ces matières, de nombreuses facilités. Les opérations avec les alvéoles paraissent très aisées. Ces matières étant peu onéreuses, les récipients de culture en plastique peuvent n'être employés qu'une fois. Ces points seront à considérer tout particulièrement lorsque les cultures de tissus seront envisagées à plus grande échelle en virologie des Insectes.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, plastische Kunststoffe für die Kultur von Insektengewebe zu benutzen. Die Entwicklung der Zellen auf Polyvinylchlorid-Folien ist ebenso gut wie auf Glas; es lassen sich auch fixierte und gefärbte Präparate herstellen, und die Kunststoff-Folien lassen sich mit Kanadabalsam zusammenkleben und aufbewahren. Die Vorteile von Kunststoff-Gefäßen werden hervorgehoben.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AIZAWA, K. & F. ABE. — 1958. Formation of the silkworm polyhedra by the tissue culture. — *J. Seric. Sci. Jap.*, **27**, 165.
2. BARSKI, G. — 1954. Utilisation pour la culture de tissus « in vitro » de récipients en résine ethoxylique polymérisée (Araldite B). — *Bull. Micr. Appl.*, **4**, 112.
3. TRAGER, W. — 1935. Cultivation of the virus of grasserie in silkworm tissue cultures. — *J. Exptl. Med.*, **51**, 501.
4. VAGO, C. — 1958. Cultures de tissus prolongées à observation directe. — *Mikroskopie*, **13**, 520.
5. VAGO, C. & S. CHASTANG. — 1958 *a.* Obtention de lignées cellulaires en culture de tissus d'invertébrés. — *Experientia*, **14**, 110.  
— 1958 *b.* Culture « in vitro » d'un tissu nymphal de Lépidoptère. — *Experientia*, **14**, 426.  
— 1958 *c.* La potentialité d'émigration cellulaire en culture de tissus ovariens de Lépidoptères. — *C. R. Acad. Sci.*, **247**, 1503.
6. WYATT, S. S. — 1956. Culture in vitro of tissue from the silkworm *Bombyx mori* L. — *J. Gen. Physiol.*, **39**, 841.

*(Institut national de la Recherche agronomique,  
Laboratoire de cytopathologie, Alès).*

MULTIPLICATION ET EXTRACTION DES CORPS D'INCLUSION  
DE LA VIROSE INTESTINALE  
DE *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF.

PAR

D. MARTOURET & G. DUSAUSSOY

L'objet des travaux que nous rapportons, était d'effectuer la multiplication d'une virose cytoplasmique intestinale de la Chenille Processionnaire du Pin, *Smithiavirus pityocampae* pour obtenir, en quantité importante, une préparation pathogène constituée par les « polyèdres » qui sont les corps d'inclusion protéiniques de ce virus, et qui ont été décrits et caractérisés par VAGO (1958).

La matière infectieuse à base de polyèdres était destinée à constituer l'élément actif d'un traitement forestier exécuté sur une grande surface contre la Chenille Processionnaire du Pin, *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Cette application pratique a été réalisée dans les premiers jours d'octobre 1958, dans le massif forestier du mont Ventoux. Entreprise sous forme d'un poudrage aérien dont la dispersion a été effectuée par hélicoptère, l'expérimentation actuelle avait été précédée en 1956 et en 1957, d'expériences à échelle plus réduite, avec des suspensions aqueuses à base de polyèdres; ces essais préliminaires dont les résultats satisfaisants ont été rapportés par ailleurs (1), (2), avaient permis d'établir, entre autres données techniques, qu'il doit être épandu par pulvérisation une dose correspondant à 1 200 milliards de corps d'inclusion de virus par hectare de forêt pour provoquer le déclenchement de l'épizootie, et obtenir après des délais plus ou moins longs la mortalité totale des colonies larvaires de la zone traitée.

La multiplication d'un virus est liée au métabolisme cellulaire, aussi en l'absence de techniques de « cultures » proprement dites, la production des quelques 240 000 milliards de polyèdres de *Smithiavirus* nécessaires à la réalisation d'un traitement à aussi grande échelle a été effectuée par infection contrôlée sur des élevages massifs de Chenilles Processionnaires. Ce travail, poursuivi pendant plus de deux mois, a permis de recueillir en outre des données sur les conditions optima d'une bonne multiplication : préservation de

l'élevage de pertes provoquées par diverses maladies, obtention d'une infection virale homogène au moment du rendement optimum de virus par la chenille.

Selon des numérations qui ont été effectuées au moment de la mort chez des chenilles virosées, la teneur totale en polyèdres varie suivant les individus; le rendement en corps d'inclusion a été estimé par chenille à :

35 à	50 millions de polyèdres chez le 3 <sup>e</sup> stade larvaire					
510 à	650	—	—	—	4 <sup>e</sup>	—
900 à	1 700	—	—	—	5 <sup>e</sup>	—

Compte tenu de ces observations préliminaires plus de 200 000 chenilles ont été récoltées au début du 5<sup>e</sup> âge, en février 1958 sur les pentes du mont Ventoux, et elles ont été mises en élevage dans trois locaux : à Carpentras et Loriol dans le Vaucluse, et à La Minière.

Les élevages ont été mis en place, à l'intérieur des locaux, sur des jeunes arbres de pépinière ou des branches de Pin, plantés dans des récipients plastiques. Ces supports végétaux au nombre de 175, ont été disposés dans les salles d'élevage, de manière à constituer des haies de feuillage de Pin atteignant environ 2,5 mètres de hauteur et près de 2 mètres d'épaisseur chacune. Des couloirs ménagés entre ces haies permettaient les diverses manipulations, l'entretien et le renouvellement du feuillage ainsi que la récolte des cadavres.

Plus de 1 300 nids, 1 335 colonies au total, ont été fixés sur les branches de ce dispositif. Les seaux plastiques étaient remplis d'eau, afin de limiter les tentatives d'évasion des chenilles en procession. Malgré l'importance de la réserve d'aliment végétal ainsi constituée des apports de nourriture complémentaire ont été fréquemment nécessaires; ils ont été distribués sous forme de guirlandes, d'une dizaine de rameaux chacune, déposées ou accrochées sur les branches partiellement ou totalement défeuillées du dispositif initial.

L'infection des chenilles a été réalisée « per os » en pulvérisant sur le feuillage une suspension aqueuse préparée à la concentration de 1 g par litre avec une poudre riche en virus, qui titrait plus de 7 milliards de polyèdres par gramme.

En raison de l'hétérogénéité des populations larvaires, la pulvérisation a été renouvelée 5 jours après le premier traitement et les 10<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> jours, un complément de feuillage traité a été distribué dans chaque élevage. Il a été utilisé ainsi 160 g de poudre concentrée dont la préparation au Laboratoire de La Minière avait été réalisée en 1957, à partir de 2 000 cadavres virosés au 3<sup>e</sup> stade.

L'évolution du processus infectieux a été suivie par des observations régulières au cours desquelles il a été procédé :

- 1<sup>o</sup> A l'observation rigoureuse, pendant toute la durée de la



multiplication, des conditions de température et d'humidité de chacune des salles d'élevages temporaires, dont l'atmosphère n'était pas conditionnée.

2° A un contrôle journalier de l'activité alimentaire des chenilles qui a été appréciée quantitativement par des relevés coprométriques.

3° A un contrôle biologique par dissection de chenilles prélevées au hasard, et dans lesquelles l'observation des symptômes de la maladie caractérisés par VAGO (1958) sur le mésointestin, a permis de suivre la progression de la maladie.

4° A des contrôles pathologiques effectués au Laboratoire de cytopathologie d'Alès sur des chenilles prélevées chaque semaine.

5° Au ramassage quotidien des cadavres, à l'extérieur des nids, tombés sur le sol ou dans les récipients. Les cadavres demeurés à l'intérieur des nids ont été recueillis à la fin de la campagne.

La mortalité épizootique par *Smithiavirus* a commencé à se manifester dans les élevages, deux semaines après le premier traitement; elle s'est accrue ensuite progressivement, et à partir de la troisième semaine, elle s'est poursuivie régulièrement pendant encore quatre semaines.

Dans deux des salles d'élevage, Lorient I et IV, les contrôles biologiques et pathologiques ont mis en évidence, quinze jours après l'infection « per os » l'apparition d'une septicémie bactérienne associée à la virose à *Smithiavirus*. Cette complication de la virose épizootique est caractéristique d'un enchaînement dans lequel, comme l'a décrit VAGO (1956) « les lésions virales passent au second plan, bien qu'elles continuent à évoluer vers le syndrome de virose généralisée. L'évolution plus rapide de la septicémie fait dévier le processus et crée le syndrome mortel définitif consistant en une septicémie ». Le germe responsable de la septicémie a été isolé par VAGO qui l'a identifié à une bactérie sporulée du type *Mycoides*.

Il ne nous a pas été possible de porter un jugement a posteriori sur l'état sanitaire des chenilles de *Thaumetopoea* qui avaient été prélevées dans la nature et mises en élevage pour la production du virus. Chez cette espèce, VAGO (1956) a constaté fréquemment dans la nature des affections septicémiques à l'état sporadique, et il semble que les conditions atmosphériques particulières des locaux I et IV de Lorient (hygrométrie comprise entre 72 et 85 % de H.R., et température moyenne de 10,5 °C) aient été des facteurs favorisant l'extériorisation du complexe virose-septicémie.

L'accélération du processus mortel par effet synergique des deux affections sous l'influence de certaines conditions de température et d'humidité a pu être reproduit expérimentalement en chambre climatisée à La Minière, avec des chenilles provenant d'un élevage normal de Carpentras. Cinq nids de chenilles ont été placés en atmos-

phère confinée à 80 % ( $\pm 5$ ) d'humidité relative et 20 °C, tandis que cinq autres nids étaient soumis à une atmosphère renouvelée, et à 65 % ( $\pm 5$ ) d'humidité relative et 15 °C. Ces colonies ont été infectées « per os » avec une suspension de polyèdres du même type que celle utilisée pour la multiplication. Dans chacune des conditions expérimentales, un nid était réservé aux prélèvements pour les contrôles biologiques par dissection. Le 15<sup>e</sup> jour, deux nids de chacune des deux conditions étaient permutés d'une condition à l'autre, l'un pour observation des contrôles de mortalité, l'autre pour les contrôles biologiques.

— Sur les colonies demeurées pendant toute la durée de l'expérience à 15 °C et 65 % H.R., la mortalité épizootique par *Smithiavirus* a commencé à se manifester le 20<sup>e</sup> jour après l'infection; le 49<sup>e</sup> jour, la mortalité était totale.

— A 20 °C et 80 % H.R., le complexe virose-septicémie se manifestait après dix jours seulement et la mortalité atteignait 100 % au 21<sup>e</sup> jour.

TABLEAU I

Matériel utilisé pour la multiplication du virus  
Quantité de poudre de polyèdre n° 77-230, et rendement en cadavres  
de Processionnaires du Pin au 5<sup>e</sup> âge

	Nombre de branches ou pins de 2 m (*)	Nombre de guirlandes (*)	Nombre de nids	Quantité de poudre 77-230 utilisée (en g)	Nombre de cadavres recueillis
Carpentras :					
I.....	15	16	200	15	15 844
II.....	18	20	250	24	24 010
III.....	18	32	150	34	31 625
Loriol :					
I.....	10	10	65	7	10 555
II.....	21	6	130	6,5	14 475
III.....	16	8	115	8,5	10 979
IV.....	37	20	225	20	34 761
La Minière .....	40	20	200	45	26 630
Total.....	175	132	1 335	160	168 879

(\*) Les récipients plastiques utilisés pour planter les jeunes pins ou les branches sont en nombre identique.

(\*\*) 1 guirlande = 10 rameaux, et il faut utiliser 3 g de poudre n° 77-230 en suspension pour traiter 6 guirlandes.

— Il n'a pas été observé de différence entre les nids passés de 15°/65 % à 20°/80 % et ceux demeurés à 15°/65 %.

— Dans les colonies passées de 20°/80 % à 15°/65 %, l'évolution de la septicémie a été sensiblement enrayée, et la mortalité a atteint 100 % le 27<sup>e</sup> jour, un certain nombre de cadavres présentant les symptômes typiques de l'infection virale.

TABLEAU II

Comparaison de la production de virus  
après extraction entre les cadavres récoltés sur nids et au sol  
et les cadavres recueillis noyés et production totale de virus en 1958

	Nombre de cadavres infectés	Volume de filtrat en cc	Volume de filtrat en cc pour 1 000 cadavres	Teneur en polyèdres en milliards par cc	Nombre total de polyèdres en milliards	Nombre de polyèdres par cadavre en milliards
<b>1° Cadavres récoltés sur nids et au sol :</b>						
Carpentras .....	67 192	35 500	528	2,935	104 227	1,551
Loriol.....	42 261	17 200	406	2,894	49 792	1,178
La Minière .....	16 249	7 462	459	2,683	20 025	1,232
<i>Totaux et moyennes</i>	125 702	60 162	478	2,892	174 044	1,464
<b>2° Cadavres recueillis noyés :</b>						
Carpentras et Loriol.	34 696	15 100	435	3,459	52 245	1,505
La Minière .....	10 381	7 950	765	3,561	28 317	2,727
<i>Totaux et moyennes.</i>	45 077	23 050	511	3,495	80 562	1,787
<b>3° Production totale de virus au cours de la multiplication effectuée en 1958.</b>						
	170 779	83 212	487	3,059	254 606	1,490

Après l'amélioration des conditions climatiques dans les élevages de Loriol I et IV, le complexe virose-septicémie à partiellement disparu, et l'affection à *Smithiavirus* a pu être caractérisée de nouveau. Près de 170 000 cadavres virosés ont été recueillis dans l'ensemble des élevages et le tableau I ci-contre, montre les quantités de matériel qui ont été utilisées dans chacun des élevages, ainsi que leur rendement en cadavres. Le rendement moyen est aisément calculé et il atteint 126 cadavres par nid.

L'extraction des corps d'inclusion de virus, et leur purification, ont été réalisées au Laboratoire de La Minière, à partir des cadavres virosés.

Par broyage dans un broyeur pulpeur Latapie, les cadavres ont été transformés en une pulpe épaisse débarrassée des débris de téguments chitineux. La pulpe obtenue a été soumise à une fermentation protidique, pour réaliser par la dégradation des débris de tissus une libération totale des corps d'inclusion de virus. Après quinze jours de fermentation, la pulpe a été filtrée au filtre presse, et la suspension liquide concentrée qui en a été extraite a été filtrée de nouveau, sous vide au travers d'un filtre en nylon tissé, à mailles de 100  $\mu$  de diamètre.

Selon les numérations effectuées dans la cellule de Malassez, les 83 litres de filtrat purifié obtenus contenaient environ 3 milliards de polyèdres par centimètre cube, et une faible quantité de débris cofiltrés

dont la présence n'a pas paru présenter d'inconvénients pour la réduction de cette manière active brute liquide en poudre.

Le tableau II, montre après extraction, l'ensemble des résultats obtenus au cours de la production des polyèdres de *Smithiavirus pityocampae*.

Compte tenu de la teneur en polyèdres de la poudre utilisée pour réaliser l'infection des chenilles, *le coefficient de la multiplication du virus sur matériel vivant est supérieur à 200, avec un rendement qui atteint en moyenne après extraction 1,49 milliard de polyèdres par cadavre au 5<sup>e</sup> stade larvaire.*

Pour la préparation de la poudre destinée au traitement il a été utilisé 72 litres du filtrat purifié.

Les 72 litres de suspension liquide de corps d'inclusion ont été fixés par adsorption sur un support du type bentonite pour obtenir une poudre primaire à 10 % de teneur en eau.

Au moyen de supports appropriés, étudiés au laboratoire de La Minière, en collaboration avec le laboratoire de Phytopharmacie, cette poudre primaire à haute teneur en matière active, a été conditionnée en poudre pour poudrage aérien; il a été ainsi produit : 9 tonnes de poudre titrant 0,72 % de matière active, et 225 kilogrammes de poudre concentrée titrant 3,5 % de matière active.

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine umfangreiche Zucht von Kiefernprozessionsspinnern, die im vergangenen Winter durchgeführt wurde, gestattete die Vermehrung der Einschlusskörper oder Polyeder, um die nötige Menge Wirkstoff für die Behandlung eines Kiefernwaldes zu erhalten.

An drei verschiedenen Orten, wurden insgesamt 200 000 Raupen in 1 300 Nestern gezüchtet. Eine Zucht von solchem Ausmasse forderte während der zwei Monate dauernden Arbeiten die Lösung verschiedener technischer Probleme.

Die Raupen wurden « per os » mit konzentriertem Viruspulver infiziert. Die cytoplasmischen, intestinalen Polyeder, die den pathogenen Wirkstoff darstellen, wurden aus über 170 000 der vom Virus infizierten Raupen, die als Kadaver eingesammelt worden waren, extrahiert.

Durch Zerquetschen wurden die Kadaver in einen von Chitin und Hautüberresten befreiten, dickflüssigen Brei umgewandelt. Während des nachfolgenden Ausfaulens wurden die Gewebe aufgelöst, wodurch die Polyeder vollständig frei wurden.

Nach 14-tägigem Faulen wurde der Brei filtriert und eine konzentrierte Suspension gewonnen.

Die Konzentration des gereinigten Filtrates war in der Grössenordnung von ungefähr 3 Milliarden Polyeder pro Kubikzentimeter. Die wenigen mitfiltrierten Verunreinigungen schienen die Verarbeitung dieser Stammlösung in ein Stäubemittel nicht zu Beeinträchtigen. Durch die Mischung des Wirkstoffes mit einem geeigneten Trägerstoff erhielt man 10 Tonnen Virus-Stäubemittel, gebrauchsfertig für die Verstäubung mittels Helikopter.



## BIBLIOGRAPHIE

- GRISON, P., & D. MARTOURET. — Essais d'utilisation de suspension de polyèdres contre *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Application faite à Malaucène en septembre 1957 (non publié).
- MARTOURET, D., R. MAURY & C. VAGO. — 1957. Essais d'utilisation de suspension de Polyèdres contre *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. — IV<sup>e</sup> Congrès international de lutte contre les ennemis des Plantes, Hambourg.
- VAGO, C. — 1956. L'enchaînement des maladies chez les Insectes. — Thèse de Sc. Nat. I.N.R.A.
- 1958. Virose intestinale chez la processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF (Lepidoptera). — *Entomophaga*, **3** (1), 35-37.

(I.N.R.A., Laboratoire de biocoenotique  
et de lutte biologique, La Minière.)



# ZUR ISOLIERUNG UND KULTUR INSEKTENPATHOGENER ENTOMOPHTHORACEEN

VON

E. MÜLLER-KÖGLER (\*)

## Einleitung

Insektenpathogene Pilze aus der Familie der Entomophthoraceen und hier besonders aus den Gattungen *Empusa* und *Entomophthora* können in Insektenpopulationen plötzlich seuchenartig auftreten und wirtschaftlich bedrohliche Massenvermehrungen eines Schädlings in wenigen Tagen auslösen. Es gibt — neben einigen Virosen — kaum noch andere biologische Begrenzungsfaktoren, die so schnell und weitgreifend wirken wie Entomophthoraceen-Epizootien. So tritt z.B. *Empusa aulicae* REICH. in Frankreich als Begrenzungsfaktor für die in Weinbergen schädlichen Raupen von *Arctia caja* L. (PICARD, 1914) und in Deutschland für die im Forst schädlichen Raupen von *Panolis flammea* SCHIFF. immer wieder entscheidend auf. Entsprechende Beobachtungen liegen seit denen von BAIL (1868, 1869, 1870) zahlreich vor.

Die Bedingungen, unter denen diese Pilze derart wirksam werden, sind nur unvollständig bekannt. Sehr oft scheint feuchtkühles Wetter den Ausbruch von Epizootien zu begünstigen (vgl. z.B. MÜLLER-KÖGLER, 1941). Ihr Umsichgreifen ist dann aber vielleicht weniger von der Luftfeuchtigkeit abhängig, als es bei anderen Pilzepizootien der Fall ist. Die primären Entomophthoraceen-Konidien besitzen vom Abschleuderungsvorgang her eine als Verdunstungsschutz dienende Protoplasmaschicht; sie können daher selbst auf trockenen Oberflächen keimen (BAIRD, 1957). Dazu dürfte auch die Feuchtigkeit beitragen, welche die wasserreichen Konidien in ihrem Zellinhalt mitbringen. Im einzelnen sind diese Verhältnisse noch nicht untersucht. BAIRD (*l.c.*) weist auch darauf hin, dass ausser Temperatur und Luftfeuchtigkeit offenbar noch weitere infektiionsentscheidende Aussen-Faktoren vorhanden sind. Ein Nachteil der Entomophtho-

(\*) Nach einem Vortrag im Kolloquium der C.I.L.B. über Insektenpathologie und mikrobiologische Bekämpfung, Paris, Oktober 1958.

raceen, wenn man ihre praktische Anwendung ins Auge fasst, ist die kurze Lebensdauer der Konidien, die nur einige Tage beträgt. Es werden von zahlreichen Arten als weitere Fruktifikationsorgane zwar Dauersporen gebildet, doch wissen wir über die Bedingungen, die zu ihrem Auskeimen führen, bisher nur, dass dabei chitinspaltende Bakterien eine Rolle spielen (SCHWEIZER, 1948). Ob die auch in Kulturen zu gewinnenden Hyphenkörper für künstliche Infektionen in Frage kommen, ist ungeklärt. Der grossen wirtschaftlichen Bedeutung der Entomophthoraceen stehen nur relativ wenige Arbeiten zur Klärung ihrer Biologie gegenüber. Dies liegt vor allem daran, dass Isolierung und Kultur dieser Pilze besondere Schwierigkeiten machen.

### Bisher Bekanntes

Versuche zur Kultur von Entomophthoraceen sind in früheren Jahren durchweg unbefriedigend verlaufen (Lit. bei SAWYER, 1929). Erstmals hat offenbar SPEARE (1912) eine Entomophthoracee, und zwar *Entomophthora pseudococci* SPEARE, auf verschiedenen Nährböden laufend kultiviert und dabei den ganzen Entwicklungszyklus des Pilzes erhalten. Er benutzte als Substrate verschiedene Agar-Nährböden, Kartoffelstücke, Kartoffel-Agar, Hafer-Agar und Rettichstücke; die drei letzten waren am geeignetsten. MOLLIARD (1918) konnte *Entomophthora henrici* MOLLIARD auf sterilisierten Insektenlarven und Möhren, am besten, d.h. mit reichlicher Konidienbildung, auf autoklavierter Rinderleber züchten. Die ersten ausführlichen Versuche zur Eignung verschiedener Nährböden stellte SAWYER (1929) an. Er kultivierte 3 Arten (*Entomophthora sphaerosperma* FRES., *Entomophthora pseudococci* SPEARE, *Empusa* sp.) auf zahlreichen sterilisierten, natürlichen Substraten (Fleischarten, Vegetabilien, Milch, Ei) und auf Agar-Nährböden. Für die Kultur von *Entomophthora sphaerosperma* bewährten sich am meisten autoklavierte Stücke von Kartoffeln und « swordfish » (*Xiphias gladius* L.). *Empusa grylli* (FRES.) NOWAK. scheint McMARTIN (1934) auf verschiedenen Nährböden gezogen zu haben. Von ESAKI & HASHIMOTO (1936) wurde *Entomophthora delphacis* auf Nährböden kultiviert. SCHWEIZER (1936, 1937, 1948) wendet seine Kaltsterilisationsmethode an, um Kultursubstrate, wie Fleischabfälle oder Fleischwasser-Gelatine mit Zusatz von Blut oder Serum, keimfrei und für die Kultur von Entomophthoraceen, hauptsächlich *Empusa muscae* Cohn, geeignet zu machen. Nach seinen Angaben kultivierte er auch *Empusa grylli*, *Empusa culicis* BRAUN, *Empusa aulicae*, *Entomophthora tipulae* FRES., *Entomophthora aphidis* HOFFM. und *Entomophthora sphaerosperma*. Er hielt, offenbar in Unkenntnis der Arbeit von SAWYER (1929), heiss sterilisierte Nährböden generell für ungeeignet. Die Erfolge mit kalt sterilisierten Nährböden sollen auf die Schonung der in den Substraten



vorhandenen und für die Entomophthoraceen notwendigen Enzyme zurückzuführen sein. 1940 beschrieben ULLYETT & SCHONKEN die Kultur von *Entomophthora sphaerosperma* auf einem halbfesten Glukose-Pepton-Gelatine-Nährboden. Bei der Isolierung und Kultur von *Entomophthora coronata* (COST.) KEVORKIAN verzeichnete HARRIS (1948) geringe Myzelbildung aber zahlreiche Sporen auf Äther-extrahiertem Eidotter, langsamen Wuchs auf Fleischextrakt-Gelatine-Agar ohne und mit Glukose, dagegen gutes Wachstum und gute Konidienbildung auf Malz-Agar. DRESNER (1949) isolierte und kultivierte *Empusa americana* THAXT. auf Kartoffel-Glukose- und auf Melasse-Agar, ROCKWOOD (1950) *Entomophthora aphidis* auf natürlichen, sterilisierten Substraten (Fleisch, Vegetabilien, Eigelb, Ei-Milch-Zubereitungen). *Entomophthora sphaerosperma* wurde auch von TURIAN (1952) in Kultur genommen. Er erhielt, von Konidien ausgehend, auf Fischfleisch ein schwaches Myzelwachstum. Schliesslich konnten WOLF (1951) *Empusa apiculata* THAXT. sowie *Entomophthora coronata* und SMITH (1953) die letztere in synthetischen, chemisch definierten Nährlösungen, die Mineralsalze, Zucker und Aminosäuren enthielten, züchten. MACLEOD (1956) gelang die Isolierung einiger *Empusa* spp., wenn befallene Insekten nach einer Oberflächendesinfektion mit Natriumhypochlorit auf Sabouraud-Maltose-Agar gelegt wurden. Neuerdings haben HALL & DUNN (1957, 1958) drei Entomophthoraceen nicht nur isoliert und kultiviert, sondern auch solche Kulturen in grosser Zahl für die biologische Bekämpfung von *Therioaphis maculata* (BUCKTON) auf Alfalfa in Kalifornien verwandt. 1956 wurden 1754 Kulturen in paraffinierten 1/4-pint Pappbechern hergestellt und benutzt. Zwei Arten, *Entomophthora coronata* und *Entomophthora virulenta* HALL ET DUNN, waren offenbar anspruchsloser und liessen sich auf Sabouraud-Agar züchten. Die dritte Art, *Entomophthora exitialis* HALL ET DUNN, war dagegen anspruchsvoller, sie benötigte zu dem genannten Nährboden einen Zusatz von 5 % gemahlenem « breakfast cereal » (Special « K » der Kellogg Co.). Nach von Dr. HALL freundlicherweise zugesandten Angaben enthält dieses auf Getreide, Trockenmilch, Hefe und Zucker basierende Produkt vor allem Proteine, Kohlehydrate, Mineralsalze, C- und D-Vitamin sowie B-Vitamine.

Den positiven Ergebnissen stehen negative oder unbefriedigende gegenüber. Hierfür einige Beispiele: SKAIFE (1921) brachte Konidien von *Empusa muscae* auf Eidotter und Kolostrum, die in Schräg-Röhrchen sterilisiert worden waren, zur Keimung. Nach 2-3 Tagen starben die Keimschläuche jedoch ab. Seine Versuche zur Kultur von *Empusa grylli* verliefen negativ. Nach SPEARE (1922) gelang die Kultur von *Entomophthora fumosa* SPEARE nicht. VIÉGAS (1939) konnte die von ihm neu gefundene *Empusa dysderci* nur unter grossen Schwierigkeiten auf autoklavierten Insekten zum Wuchs bringen.

HENDRICKX (1943) misslangen Kulturversuche mit *Empusa grylli*. DOMENICHINI & VAGO (1955) stiessen ebenfalls bei der Isolierung von *Empusa grylli* auf erhebliche Schwierigkeiten, obwohl sie etwa 20 Nährsubstrate, darunter auch nach den Vorschriften von SAWYER (1929) hergestellte, benutzten. Schwaches Wachstum und geringe Konidienbildung erfolgten auf Kartoffel-Insekteneiextract-Gelatine. Die Kulturen gingen aber spätestens bei der dritten Weiterimpfung zugrunde.

Die Schwierigkeiten bei Isolierung und Kultur der insektenpathogenen Entomophthoraceen spiegeln sich auch wieder in der geringen Zahl von Stämmen in Kulturen-Sammlungen. So sind nach den Listen der wichtigsten Sammlungen beim « Centraalbureau voor Schimmelcultures », Baarn/Holland (1950, 1953) vorhanden: *Empusa* sp., *Entomophthora coronata*, *Entomophthora sphaerosperma* und eine vielleicht zu den Entomophthoraceen gehörende *Massospora* sp.; in der « American type culture collection », Washington/USA (1949, 1952): *Entomophthora coronata*. Die Liste des « Centre de collections de types microbiens », Lausanne/Schweiz (1952), führt ausserdem noch eine *Entomophthora* sp. und eine frdl. briefliche Mitteilung dieser Institution noch *Empusa grylli* und *Empusa muscae* an.

#### Eigene Versuche mit Hühnerei-Substraten (\*)

Bei dem Interesse, das die Entomophthoraceen als natürliche und eventuell auch künstliche Begrenzungsfaktoren sicher verdienen, kam es uns zunächst darauf an, für Isolationen einen möglichst einfachen und sicheren Nährboden zu finden. Dieser sollte auch die Bildung typischer Species-Merkmale, wie der Konidien und evtl. der Dauersporen, ermöglichen. Bei Durchsicht der Literatur fiel auf, dass Hühnerei-Dotter öfters als besonders geeignetes Medium hervorgehoben wird. Man benutzte ihn allerdings immer nur in sterilisierte Form. Nach den Arbeiten von SCHWEIZER schien es uns wichtig, den Nährboden möglichst schonend zu behandeln. So kamen wir anfangs zu dem in seinem Innern von Natur aus sterilen Hühnerei. Ein von Baarn bezogener Stamm von *Entomophthora sphaerosperma* wurde nach Öffnen der Eischale am stumpfen Eipol teils auf, teils unter die Eihaut, teils in den Dotter hinein geimpft. Das Loch in der Schale wurde dann mit Tesafilm verschlossen. Die Ergebnisse waren unbefriedigend. Es kam nur in einigen Fällen zu begrenztem Myzelwachstum, wobei das Aussehen des Myzels wahrscheinlich machte, dass hier der eingeimpfte Pilz vorlag. Dieser hatte seine Fähigkeit, Konidien zu bilden, verloren; eine sichere Identifizierung war daher nicht möglich. — Wir wandten uns dann aus Eiern berei-

(\*) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für Unterstützung der Arbeiten durch Sachbeihilfen, Frau M. Best auch an dieser Stelle für ihre Hilfe bei den Versuchen.

teten Substraten zu. Als im Sommer 1956 durch *Empusa aulicae* verpilzte Raupen von *Euproctis chrysorrhoea* L. eingesandt wurden, versuchten wir, die Konidien auf Eidotter, der sich an der Innenseite von Petrischalen-Deckeln befand und 15 Min. im Dampf sterili-



ABB. 1. — Von *Ectobius lapponicus* L. isolierte *Entomophthora* sp. Links ohne Wachstum auf Malzextrakt-Pepton-Agar, rechts üppiges Wachstum auf Hühnerei-Dotter, der bei 80 °C koagulierte wurde.

siert worden war, zur Keimung zu bringen. Dies misslang jedoch. Dagegen hatten wir Erfolg, als wir auf sterile Objektträger geschleuderte Konidien auf Vollei-Schrägröhrchen brachten. Diese waren 15 Min. bei 110 °C autoklaviert worden. Das Anwachsen des Pilzes erfolgte hier allerdings sehr langsam. Wir förderten es, indem wir etwas sterilisierte Vollmilch in das Röhrchen gaben und sie von Zeit zu Zeit über die beimpfte Stelle laufen liessen. — Später prüften wir das Wachstum dieses Stammes auf Dotter, Eiweiss und Vollei, wobei diese Substanzen in Schräg-Röhrchen teils nur bei 80 °C koagulierte,



teils bei 110 °C 15 Min. autoklaviert worden waren. Es zeigte sich, dass reines Eiweiss, einerlei ob nur koaguliert oder sterilisiert (über das in ihm enthaltene bakterizide Avidin vgl. BAUMGÄRTNER, 1957), und nur koaguliertes Vollei ungeeignet sind. Dagegen schienen sterilisiertes Vollei, nur koagulierter oder sterilisierter Dotter mehr oder weniger geeignet. Wir kamen schliesslich zu dem nur koagulierten Dotter, da manche Stämme auf ihm am besten wuchsen. Wir gingen auch von der Überlegung aus, dass SCHWEIZER (1948) mit Nährböden, die nicht durch Hitze sterilisiert worden waren, offenbar gute Erfolge hatte und dass in unserem Falle die Wärme beim Koagulieren des Dotters (80 °C im Trockenschrank 40-50 Min.) für viele Stoffe sicher schonender ist als die Hitze beim Sterilisieren (2 mal 100 °C, je 20 Min. oder 110 °C, 15 Min.). — Vielleicht würde in manchen Fällen sterilisierter Dotter die gleichen Dienste tun wie lediglich koagulierter. Da aber nach der Literatur die Ansprüche der einzelnen Arten offensichtlich sehr unterschiedlich sind und man nicht im voraus weiss, wie anspruchsvoll die zu isolierende Art ist, erscheint es uns sicherer, für Isolationen das bessere Medium, den nur koagulierten Dotter, zu benutzen.

Mit seiner Hilfe konnten wir in der folgenden Zeit eine Entomophthoracee von einer Diptere, eine *Empusa* sp. von *Aphis fabae* scop. und eine *Entomophthora* sp. von *Ectobius lapponicus* L. isolieren und kultivieren. Für die laufende Kultur der Stämme ist dieser Nährboden ebenfalls ausgezeichnet geeignet, da Wuchs und Konidienbildung auf ihm sehr gut sind. Abb. 1 zeigt das üppige Wachstum der von *Ectobius lapponicus* isolierten Entomophthoracee auf koaguliertem Dotter und das fehlende auf Malzextrakt (3 %)-Pepton (0,5 %)-Agar (3 %). — Eine Verflüssigung des Dotters durch die von uns benutzten Arten wurde nicht beobachtet.

Zusammenfassend sehen wir die Vorteile der Isolierung insektenpathogener Entomophthoraceen mittels koaguliertem Eidotter in folgenden Punkten :

1. Das Substrat, z.B. in Form von 15-30 Dotter-Schrägröhrchen, lässt sich in etwa 5 Stunden zubereiten. Es ist also schnell zur Hand, wenn geeignetes Material vorliegt, das unter Umständen schnell verarbeitet werden muss. Voraussetzung ist lediglich, dass — wie bei uns üblich — die nötigen Glasgeräte und Instrumente sterilisiert bereit liegen. Ausserdem lassen sich fertige, mit Kapsenbergkappen verschlossene Dotterröhrchen bis zu 2 Monaten im Eisschrank oder 2-3 Wochen bei Zimmertemperatur vorrätig halten. Bei längerem Aufbewahren trocknet die Dotteroberfläche zu sehr aus.

2. Der natürlicherweise sterile Hühnerei-Dotter kann durch schonende Koagulation bei 80 °C schnell in ein Medium verwandelt werden, das einerseits auch für sehr anspruchsvolle Entomophthoraceen



geeignet erscheint, andererseits als fester Nährboden in Schrägröhrchen sich in den Rahmen üblicher Laborarbeiten einfügt. Er bedarf keiner besonderen Apparaturen oder Glassachen.

Wenn nach dieser Methode Entomophthoraceen öfters als bisher isoliert und in Kultur gehalten würden, ergäben sich folgende Vorteile :

1. Es würden für Determinationen Vergleichskulturen vorliegen.

2. Ausgehend von Kulturen liessen sich Infektionsversuche anstellen und damit Fragen hinsichtlich der Synonymität von Arten bearbeiten. Es liesse sich dann klären, wieweit morphologisch ähnliche Arten (z.B. *Empusa aulicae* und *Empusa grylli*) miteinander identisch sind. In Ermangelung solcher Versuche hat bisher bei der Taxonomie der insektenpathogenen Entomophthoraceen der Wirt eine vielleicht überbewertete Rolle gespielt.

3. Unsere Kenntnisse in der Biologie der insektenpathogenen Entomophthoraceen würden erweitert. Das wäre nicht nur wegen ihrer Bedeutung als natürliche Begrenzungsfaktoren interessant, sondern auch wichtig im Hinblick auf ihre etwaige Verwendung zur biologischen Bekämpfung von Insekten.

Es lässt sich im Augenblick nicht sagen, welche Substanz oder welche Substanzen des Eidotters für den guten Wuchs der Entomophthoraceen verantwortlich sind. Vielleicht sind es bestimmte Aminosäuren, vielleicht Fette oder besondere Wachstumsstoffe. SAWYER (1929), der seinerzeit der Fett-Frage nachging, stellte allerdings fest, dass *Entomophthora sphaerosperma* auch auf Schwertfisch und Rindfleisch, die durch Ätherextraktion fettfrei gemacht worden waren, und ebenso auf Nährböden mit entsprechend behandeltem Pepton sehr gut wuchs. Weiter wuchsen die 3 von ihm untersuchten Arten (s.o.) sehr gut auf der Protein-Fraktion, nicht auf der Fraktion Acetonlöslicher Fette und nicht oder nur schlecht auf der Lezithin- oder Lezithin-Fett-Fraktion aus Hühnerei-Dotter. So meint er, dass Fett für die Entwicklung von Entomophthoraceen nicht wichtig ist und dass im Eidotter vielleicht Vitamine und andere zusätzliche Stoffe für das Pilzwachstum entscheidend sind. Dagegen billigt SCHWEIZER (1948) an Hand seiner Versuche mit *Empusa muscae* und verschiedenen festen, tierischen Fetten, die vorwiegend Triglyceride der Stearin- und Palmitinsäure enthalten (Fliegenfett, Rinder- oder Hammeltalg), diesen eine entscheidende Rolle für Wachstum und Konidienbildung zu. YAMANE (1957) konnte aus Eidotter eine kristalline Substanz isolieren, die den Wuchs von Tuberkelbazillen (*Mycobacterium tuberculosis* LEHM. ET NEUM.) förderte. Es ist auch bekannt, dass nach der Verfütterung grösserer Dottermengen (in Form von 20 Min. gekochten Eiern) an Mäuse gehäuft Tumore entstehen (SZEPESENWOL, 1957). HRADEC (1958) wies im Eidotter eine Substanz nach, die

offenbar der gleicht, die aus Tumor-kranken Ratten gewonnen wurde. Dies könnte bedeuten, dass die wuchsfördernde Substanz des Eidotters und die Tumor-fördernde Substanz aus den Ratten identisch sind. Die aus Tumor-kranken Tieren isolierte Lipoidsubstanz ist bei 90 °C hitzelabil. Sollte sie tatsächlich mit der wuchsfördernden Substanz des Dotters identisch sein, wäre hier vielleicht die Erklärung zu finden, warum der bei 80 °C koagulierte Dotter für den Wuchs anspruchsvoller Entomophthoraceen geeigneter ist als der bei über 100 °C sterilisierte.

Anhangsweise sei erwähnt, dass auch andere insektenpathogene Pilze, wie *Cordyceps militaris* (FR.) LINK, *Aspergillus flavus* LINK, *Metarrhizium anisopliae* (METSCH.) SOROK., *Cephalosporium* spp., *Isaria* sp., *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. und *Beauveria tenella* (DELACR.) SIEM. auf dem koagulierten Dotter gut, mit Ausnahme von *C. militaris* sogar üppig wachsen. Dabei färben die beiden *Beauveria*-Arten ihn dunkelrot bis schwärzlichrot. Andere, saprophytische Pilze, geprüft wurden bisher *Penicillium granulatum* BAINIER und *Tritirachium roseum* BEYMA, entwickelten sich auf dem Dotter nicht.

### Herstellung der Dotter-Röhrchen

Im Heissluftsterilisator werden 2 Stunden bei 160 °C sterilisiert : Kultur-röhrchen (160 mal 16 mm) mit Kapsenbergkappen oder Zellstoffstopfen, Petrischalen, 1 Glasschale mit kleinem spitzen Skalpell, stumpfer Pinzette, 5- oder 10-cem Injektionsspritze.

Grosse, frische Hühnereier werden mittels Handbürste und Seife gereinigt, mit Leitungswasser abgespült und 2 Stunden in 70 % igen, mit Aceton vergällten Äthylalkohol gelegt. Man nimmt dann ein Ei und hält die Pole kurz in die Sparflamme des Gasbrenners. Den sich entzündenden Alkohol bläst man schnell aus. Dann wird der stumpfe Pol des Eies in der Flamme des Landmannbrenners abgeflammt. Mit dem Skalpell schlägt man hier eine kleine Öffnung, die mit der Pinzette auf etwa 2-2,5 cm Durchmesser erweitert wird. Man lässt vorsichtig das Eiweiss abfliessen und fängt den Dotter in einer sterilen Petrischale auf. Das Ausfliessen wird durch ein kleines Loch im anderen Eipol gefördert. Je Petrischale kann man 2-3 Dotter sammeln. Eventuell mitgeflossenes Eiweiss saugt man mit der Injektionsspritze ab und entfernt es. Dann zieht man von dem Dotter jeweils 5 cem in die Spritze und füllt diese Menge in ein Röhrchen. Die beschickten, zugestöpselten Röhrchen werden im Trockensterilisator oder Trockenschrank schräg gelegt, so dass sich eine 10-12 cm lange Dotterfläche bildet. Bei 80 °C wird der Dotter in etwa 40-50 Minuten koaguliert. Er soll dann nicht mehr weich sein, d. h. beim Aufstellen der Röhrchen nicht zusammensinken, und er soll nicht mehr schmierig sein, wenn man mit der Impfnadel kleine Stückerhen entnimmt. Den richtigen Koagulationsgrad hat man nach einigen Versuchen schnell gefunden. — Es sei nicht verschwiegen, dass sich gelegentlich innerhalb einer Serie Röhrchen finden, in denen der Dotter nicht so fest koaguliert wie üblich. Vielleicht liefern einzelne Eier einen weniger geeigneten Dotter.

### Technik bei der Isolierung

Bei der Isolierung geht man am besten von frisch abgeschleuderten Konidien aus, die auf einem sterilen Objektträger aufgefangen werden (vgl. SAWYER, 1931; SCHWEIZER, 1948; HARRIS, 1948). Wir legen dazu das verpilzte Insekt in eine

sterile Petrischale und bringen etwa 2-3 mm über ihm einen auf kleinen Glasstreifen ruhenden Objektträger an. Die Verwendung steriler Petrischalen hat den Vorteil, dass man auch die seitwärts abgeschleuderten, in die Petrischale gefallen Konidien benutzen kann. Man braucht in die Petrischale kein Wasser zu geben. Wir haben im Gegenteil die Erfahrung gemacht, dass in den trockenen Schalen das Abschleudern der Konidien oft ebenso gut erfolgt, dass aber die sekundäre Verpilzung, z.B. durch *Mucor* sp., nicht so schnell eintritt wie in der feuchten Kammer. Auch wird eine Verjauchung mancher Tiere, wie der weichhäutigen Aphiden, in der feuchten Kammer gefördert. Wenn man es mit relativ trockenen Kadavern zu tun hat, Kann es allerdings vorteilhaft sein, sie auf ein feuchtes Medium zu bringen. Am einfachsten legt man sie in ein Schväg-Agarröhrchen, das einen laborüblichen Nährboden, wie z.B. Malzextrakt-Agar, enthält. In dieser nicht zu feuchten Umgebung werden die Konidien an die Röhrchen-Wand geschleudert.

Mit der Impfnadel nimmt man aus Dotter-Röhrchen Klümpchen von etwa 2 mm Durchmesser und wischt mit ihnen die am Glas haftenden, abgeschleuderten Konidien auf. Diese Dotterstückchen gibt man dann zurück auf die Oberflächenmitte des Dotters. Es kommt darauf an, dass man nicht zu wenig Konidien zur Verfügung hat. Denn es scheint so, als ob durch das Abwischen mit Dotter ein Teil der Konidien nicht zur Keimung kommt. Wahrscheinlich keimen nur die an der Oberfläche des Dotters liegenden. Das Aufwischen der Konidien kann man nach etwa 12-24 Stunden vornehmen. Längeres Warten empfiehlt sich nicht, da dann die Gefahr von Verunreinigungen durch saprophytische Pilze zunimmt.

Unsere Versuche, bei der Isolierung von Myzel aus dem Innern der Insekten auszugehen, sind bisher infolge Verunreinigungen auch dann gescheitert, wenn wir die Insektenoberfläche vorher zu desinfizieren versuchten. MACLEOD (1956) gibt aber an, dass er Entomophthoraceen isolieren konnte, wenn er nach einer Oberflächen-desinfektion mit Natriumhypochloritlösung die befallenen Insekten auf Sabouraud-Maltose-Agar zerschnitt.

### Versuche mit Antibiotika-haltigen Nährböden

Es lag nahe, für die Isolation auch Nährböden mit einem Zusatz von Penicillin und Streptomycin zu prüfen, zumal sich gezeigt hatte, dass Bakterien aus einer toten Larve von *Tipula paludosa* MEIG. auf dem koagulierten Dotter wuchsen. Es ist auch bekannt, dass in der Bakteriologie Nährböden unter Zusatz von Hühnerei-Dotter hergestellt werden; für die Konservierung von Keimen der TPE-Gruppe hat sich das Ei-Substrat nach KAUFFMANN (Emulsion aus Eigelb, Eiklar und physiologischer Kochsalzlösung, zweimal bei 85 °C koaguliert und sterilisiert), vgl. HALLMANN (1953), COMBES et al. (1956), bewährt. Es wurden deshalb koagulierter Dotter und ein Milch-Hefeextrakt-Agar (Milch-Agar, s.u., mit 0,1 % Hefe-extrakt « Bacteriozym » der Zyma-Blaes AG., München) mit 25 I.E. Penicillin (Penicillin G « Göttingen » solubile) und 50  $\gamma$  Streptomycin (« Bayer », Leverkusen) je cem hergestellt. Dazu wurden 5 cem noch flüssiger Dotter oder geschmolzener und auf 45 °C abgekühlter Milch-Hefeextrakt-Agar mit 1 cem entsprechend konzentrierter wässriger Antibiotika-Lösung versetzt.



Diese beiden Nährböden mit und vergleichsweise ohne Antibiotika wurden mit *Empusa aulicae* und der von *Aphis fabae* isolierten *Empusa* sp. beimpft. Eine Hemmung der beiden Entomophthoraceen durch die Antibiotika liess sich nicht feststellen.

Um andererseits zu testen, ob die verwendete Antibiotika-Konzentration zur Hemmung von Bakterien ausreicht, wurden die Nährböden mit dem Penicillin-empfindlichen *Micrococcus pyogenes* var. *aureus* (ROSENBACH) ZOPF und der Streptomycin-empfindlichen *Escherichia coli* (MIGULA) CASTELLANI ET CHALMERS beimpft. *M. pyogenes* var. *aureus* wurde auf Dotter und Milch-Hefeextrakt-Agar, die Antibiotika enthielten, völlig gehemmt, *E. coli* dagegen nur auf Antibiotika-haltigem Milch-Hefeextrakt-Agar, nicht auf dem entsprechenden Dotter. Demnach ist die Penicillin-Konzentration in beiden Nährböden, die Streptomycin-Konzentration zwar im Milch-Hefeextrakt-Agar, aber nicht im Dotter ausreichend. Es bliebe festzustellen, ob das Streptomycin temperaturbedingt beim Koagulieren des Dotters zerstört oder durch andere Ursachen unwirksam wird.

Es lässt sich noch nicht sagen, wie weit Antibiotika-Nährböden für die Isolierung von Entomophthoraceen wichtig werden. Hinreichende eigene Versuche liegen noch nicht vor. Entsprechende Nährböden wären aber z.B. nötig, wenn ein Stamm durch Bakterien verunreinigt ist. Denn im Gegensatz zu Bakterien-verunreinigten Pilz-Kulturen z.B. aus der Gruppe der *Fungi imperfecti* dürfte man solche der Entomophthoraceen ohne Antibiotika kaum wieder rein gewinnen können.

### Versuche mit sonstigen Nährböden

Die bei Zimmertemperatur aufbewahrten Kulturen auf Eidotter müssen alle 3 bis spätestens 4 Wochen weitergeimpft werden. Weiterimpfungen sind damit weniger oft nötig, als es SAWYER (1929) für seine Nährböden angab (alle 10 Tage). Wenn man seltener abimpfen will, scheint sich Vollmilch zu eignen, die dreimal bei 100 °C 20 Min. oder einmal bei 110 °C 15 Min. sterilisiert wurde. In ihr waren *Entomophthora sphaerosperma* und 2 Entomophthoraceen (von *Aphis fabae* und einer Diptere) noch nach 4 Monaten lebensfähig; *Empusa aulicae* lebte noch nach 1 1/2 Monaten, aber nicht mehr nach 3 Monaten. Nach 5 1/3 Monaten wuchsen auch Abimpfungen der anderen Stämme nicht mehr an. Solche Milch-Kulturen lassen sich in Kultur-Röhrchen vornehmen, die etwa 3-4 cm hoch mit Milch gefüllt sind. Diese wird im Laufe der Kultur peptonisiert, die Entomophthoraceen wachsen vor allem in dem oben abgeschiedenen MilCHFett.

Bei allen Weiterimpfungen sollen nicht zu kleine Myzelmassen benutzt werden. SAWYER (1929) empfiehlt Stücke in der Grösse



eines halben Weizenkornes. Wir benutzen etwa Linsen-grosse Stücke.

Der Wunsch, zu billigen festen Nährböden zu kommen, liess uns vorläufige Versuche mit einigen der isolierten Arten auf verschiedenen Nährböden vornehmen. Die üblichen, wie Malzextrakt-Agar, Sabouraud-Glukose-Agar, Fleischextrakt-Pepton-Agar, bewährten sich nicht. Auf Kartoffel- oder Möhrenkeilen in Kultur-Röhrchen mit etwas 5 %igem Glyzerin-Wasser wuchsen nicht alle Stämme gut. Verhältnismässig gutes Wachstum wurde dagegen auf Milch-Agar und Fleischextrakt-Pepton-Dotter-Agar verzeichnet.

Der Milch-Agar wurde hergestellt, indem 2-3 % Fadenagar über Nacht in wenig aq. dest. eingeweicht, am folgenden Morgen auf ein Sieb gegossen, fest ausgedrückt und in Vollmilch im Wasserbad gelöst wurde. Zu je 5 ccm in Kultur-Röhrchen füllen, fraktioniert bei 100 °C oder einmal bei 110 °C 15 Min. sterilisieren, Röhrchen schräg legen. (Manchmal kam es beim Autoklavieren des Milch-Agars zu Ausfällungen. Deshalb empfiehlt es sich, zuvor das pH der Milch festzustellen und nötigenfalls vorsichtig mit n-NaOH auf 7,0 zu bringen). — Milch-Hafermehl-Agar wurde provisorisch zubereitet, indem wir in jedes Kultur-Röhrchen vor dem Einfüllen des Milch-Agars eine Messerspitze Hafermehl gaben. — Herstellung des Fleischextrakt-Pepton-Dotter-Agars : 2-3 % über Nacht eingeweichter Agar, 1,0 % Witte-Pepton, 1,0 % Liebig's Fleischextrakt, 0,3 % Natriumchlorid, 0,2 % sek. Natriumphosphat werden wie üblich mit aq. dest. zubereitet. In je 100 cm dieses geschmolzenen und auf 45 °C abgekühlten Nährbodens wird ein Eidotter eingerührt. Zu je 5 ccm in Kultur-Röhrchen füllen, in Schräglage erstarren lassen und schrägliegend bei 110 °C 15 Min. autoklavieren.

Jedenfalls zeigen diese Versuche, ebenso wie die von HALL & DUNN (1958), dass sich geeignete Nährböden auch für die Massenkultur anspruchsvoller Entomophthoraceen finden lassen. Es wird aber für jede einzelne Art zu prüfen sein, welcher Nährboden für sie am günstigsten ist. — Vielleicht wendet man solche Nährböden auch bei der laufenden Kultur der Stämme vorteilhaft an, wenn man diese nicht ständig auf koaguliertem Dotter, sondern auf wechselnden Medien halten möchte. Allgemeinen Erfahrungen entsprechend dürfte das von Zeit zu Zeit anzuraten sein.

### ZUSAMMENFASSUNG

Massenvermehrungen wirtschaftlich wichtiger Schadinsekten können durch Pilze aus der Familie der Entomophthoraceen in wenigen Tagen zusammenbrechen. Ihre Isolierung und Kultur bereitet oft Schwierigkeiten. Hier wird als einfache und erfolgreiche Methode die Isolierung mittels Hühnerei-Dotter, der bei 80 °C 40-50 Min. im Heissluftsterilisator (Trockenschrank) in schräg liegenden Röhrchen koaguliert wurde, empfohlen. Die Technik der Isolierung — ausgehend von Konidien — wird beschrieben. Der koagulierte Dotter eignet sich ebenso für die laufende Kultur von Entomophthoraceen-Stämmen. Weiterimpfungen der bei Zimmertemperatur gehaltenen Kulturen müssen alle 3-4 Wochen vorgenom-

men werden. Will man gelegentlich seltener weiterimpfen, können die Stämme in Kultur-Röhrchen gehalten werden, die 3-4 cm hoch Vollmilch enthalten und dreimal bei 100 °C 20 Min. oder einmal bei 110 °C 15 Min. sterilisiert wurden. Die Entomophthoraceen wachsen hier vor allem in dem oben abgedehnten MilCHFett. Solche Kulturen waren noch nach 1 1/2 Monaten, bei manchen Arten auch noch nach 4 Monaten lebensfähig. Für die Kultivierung eigneten sich auch Milch-Agar, Milch-Hafermehl-Agar, Fleischextrakt-Pepton-Dotter-Agar und manchmal Kartoffelkeile, wenn das Wachstum auf ihnen allen auch nicht so gut war wie auf koaguliertem Dotter. Nährböden, die mit 25 I.E. Penicillin und 50 Gamma Streptomycin/1 ccm zubereitet waren, hemmten den Wuchs von *Empusa aulicae* REICH. und einer von *Aphis fabae* SCOP. isolierten *Empusa* sp. nicht. — Isolierung und Kultur insektenpathogener Entomophthoraceen erscheinen für Versuche zur biologischen Bekämpfung ebenso nötig wie zur Klärung taxonomischer und biologischer Fragen.

### SUMMARY

An outbreak of an insect pest may be controlled in a few days by fungi of the family *Entomophthoraceae*. Isolation and culture of such fungi is often difficult. A simple and successful method is herein recommended, utilizing a substrate of hen's egg yolk previously coagulated 40-50 minutes at 80 °C in a hot air oven. The medium is prepared in tubes in a slanted position. The culture technique, starting with conidia is described. Coagulated yolk is also a suitable medium for successive transfer and maintenance of *Entomophthoraceae* cultures. Stock cultures maintained at room temperature must be transferred once every three or four weeks.

If desirable, subcultures of *Entomophthoraceae* fungi may be held in test tubes at greater intervals. For this purpose tubes are filled with whole milk 3-4 cm in depth and sterilized at 100 °C three times or autoclaved at 110 °C for 15 minutes. The fungi grow essentially in the top layer of milk fat. Such cultures live up to 1 1/2 months, some species survive 4 months. Milk agar, milk oatmeal agar, beef extract pepton yolk agar, and potato pieces are also suitable for cultivation. The growth on such substrates is not as good as on the coagulated yolk.

Media with 25 international units of penicillin and 50 gamma of streptomycin per ml did not influence the growth of *Empusa aulicae* REICH. and one *Empusa* sp. isolated from *Aphis fabae* SCOP. Isolation and cultivation of entomophagous *Entomophthoraceae* are considered to be as important for experiments in biological control as for studies on taxonomy and biology of distinct species.

### LITERATUR

- American type culture collection. — 1949. Catalogue of cultures, 5. edit., 127 p.  
 American type culture collection. — 1952. Supplement to catalog of cultures, 5. edit., 1949, 25 p.  
 BAIL. — 1868. Vorläufige Mittheilung über eine durch Pilze verursachte Epidemie der Forleule, *Noctua piniperda* L. — *Krit. Blätt. Forst-, Jagdwiss.*, **50**, 244-250.  
 — 1869. Pilz-Epidemie an der Forleule, *Noctua piniperda* (L.). — *Ztschr. Forst-, Jagdwesen*, **1**, 243-247.  
 — 1870. Weitere Mittheilungen über den Frass und das Absterben der Forleule, *Noctua piniperda*. — *Ztschr. Forst-, Jagdwesen*, **2**, 135-144.  
 BAIRD, R. B. — 1957. Notes on a laboratory infection of *Diptera* caused by the fungus *Empusa muscae* COHN. — *Canad. Ent.*, **89**, 432-435.

- BAUMGÄRTNER, H. — 1957. Beitrag zur Frage der Wirkung und des Vorkommens von Avidin in rohem Eiklar und Trockeneiweisspulver. — *Ernährungsforschg.*, **2**, 631-634.
- Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn (Holland). — 1950. List of cultures. 144 p.
- Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn (Holland). — 1953. Supplementary List 1950-1953. 18 p.
- Centre de collections de types microbiens, Lausanne. — 1952. Liste des êtres microscopiques conservés dans les collections de cultures types. — Extr. du Dict. Bact. path., 2. édit., Masson et Cie, Paris. 64 p.
- COMBES, R., A. M. STAUB & L. LE MINOR. — 1956. Dosage de l'antigène O au cours de la conservation de quelques souches de *S. typhi* en divers milieux. — *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, **91**, 75-81.
- DOMENICHINI, G. & C. VAGO. — 1955. Contributo al problema della limitazione naturale delle popolazioni acridiche. — *Boll. Zool. agr., Bachicoltura*, Torino, **21**, 83-86.
- DRESNER, E. — 1949. Culture and use of entomogenous fungi for the control of insect pests. — *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **15**, 319-335.
- ESAKI, T. & S. HASHIMOTO. — 1936. Report of the leafhoppers injurious to the rice plant and their natural enemies, No. 7 (for the year 1935). (Japanisch). — *Fukuoka, Ent. Lab. Dep. Agric. Kyushu Univ.*, 31 p. — (Ref.: *Rev. appl. Ent. A*, 1936, **24**, 465.)
- HALL, I. M. & P. H. DUNN. — 1957. Fungi on spotted alfalfa aphid. — *Calif. Agric. Berkeley*, **11** (2), 5-14.
- 1958. Artificial dissemination of entomophthorous fungi pathogenic to the spotted alfalfa aphid in California. — *J. econ. Ent.*, **51**, 341-344.
- HALLMANN, L. — 1953. Bakteriologische Nährböden. — *G. Thieme Verl.*, Stuttgart, 252 p.
- HARRIS, M. R. — 1948. A phycomycete parasitic on aphids. — *Phytopathology*, **38**, 118-122.
- HENDRICKX, F. L. — 1943. Une épidémie fongique de criquet *Zonocerus variegatus* L. due à *Empusa grylli* (FRES.) NOWAK. — *Rec. Commun. Inst. nat. Étude agron Congo belge*, No. 1, 16-20. (Ref.: *Rev. appl. Ent. A*, 1946, **34**, 280.)
- HRADEC, J. — 1958. Nature of the carcinogenic substance in egg-yolks. — *Nature*, **182**, 52-53.
- MCLEOD, D. M. — 1956. Notes on the genus *Empusa* COHN. — *Canad. J. Bot.*, **34**, 16-26.
- McMARTIN, A. — 1934. The locust fungus. Its artificial cultivation. — *South afr. Sugar-J.*, **18**, 521 & 523. (Ref.: *Rev. appl. Ent. A*, 1935, **23**, 161.)
- MOLLIARD, M. — 1918. Sur la vie saprophytique d'une *Entomophthora* (*E. Henrici* n. sp.). — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **167**, 958-960.
- MÜLLER-KÖGLER, E. — 1941. Beobachtungen über das Verpilzen von Forleulenraupen durch *Empusa aulicae* REICH. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **51**, 124-135.
- PICARD, F. — 1914. Les Entomophthorées, leur parasitisme chez les insectes. — *Bull. Soc. Étude Vulg. Zool. Agric.*, Bordeaux, **13**, 1-7, 25-30, 37-40, 62-65. (Ref.: *Rev. appl. Ent. A*, 1914, **2**, 376-377.)
- ROCKWOOD, L. P. — 1950. Entomogenous fungi of the family *Entomophthoraceae* in the Pacific Northwest. — *J. econ. Ent.*, **43**, 704-707.
- SAWYER, W. H., JR. — 1929. Observations on some entomogenous members of the *Entomophthoraceae* in artificial culture. — *Americ. Journ. Bot.*, **16**, 87-121.
- 1931. Studies on the morphology and development of an insect-destroying fungus, *Entomophthora sphaerosperma*. — *Mycologia*, **23**, 411-432.
- SCHWEIZER, Gg. — 1936. Der Pilz *Empusa muscae* und seine Bedeutung bei der Fliegenbekämpfung. — *Natur und Kultur*, **33**, 149-152.
- 1937. Einführung in die Kaltsterilisationsmethode. — *Verl. G. Fischer*, Jena, 80 p.

- 1948. Über die Kultur von *Empusa muscae* COHN und anderen Entomophthoraceen auf kalt sterilisierten Nährböden. — *Planta*, **35**, 132-176.
- SKAIFE, S. H. — 1921. Notes on some South African *Entomophthoraceae*. — *Trans. Roy. Soc. South Africa*, **9**, 77-86.
- SMITH, MARY C. W. — 1953. The nutrition and physiology of *Entomophthora coronata* (COST.) KEVORKIAN. — *Diss. Abstr.*, **13**, 648-649. (Ref. : *Rev. appl. Mycol.*, 1954, **33**, 441.)
- SPEARE, A. T. — 1912. Fungi parasitic upon insects injurious to sugar cane. — *Bull. Hawaiian Sugar Planters' Assoc. Exp. Sta., Div. Path. Physiol.*, Nr. 12, 7-62.
- 1922. Natural control of the citrus mealybug in Florida. — *U.S. Dep. Agric., Bull.* Nr. 1117, Washington, 1-18.
- SZEPSENWOL, J. — 1957. Presence of a carcinogenic substance in hens' eggs. — *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, **96**, 332-335.
- TURIAN, G. — 1952. Epizootie à Entomophthorée chez les Cicadelles de la région de Genève. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **25**, 44-46.
- ULLYETT, G. C. & D. B. SCHONKEN. — 1940. A fungus disease of *Plutella maculipennis* CURT. in South Africa, with notes on the use of entomogenous fungi in insect control. — *Sci. Bull. Dept. Agric. For. S. Afr.*, Nr. 218, 24 p., Pretoria. (Ref. : *Rev. appl. Mycol.*, 1943, **22**, 431-432.)
- VIÉGAS, A. P. — 1939. *Empusa dysderci* n. sp., um nuovo parassita de *Dysdercus*. — *J. Agron. S. Paulo*, **2**, 229-258. (Ref. : *Rev. appl. Mycol.*, 1940, **19**, 148-149.)
- WOLF, F. T. — 1951. The cultivation of two species of *Entomophthora* on synthetic media. — *Bull. Torrey bot. Club*, **78**, 211-220.
- YAMANE, I. — 1957. A crystalline substance isolated from egg yolk which promotes growth of a minute inoculum of human tubercle bacilli. — *Nature*, **179**, 45-46

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt).



## DISCUSSION DES RAPPORTS PRÉSENTÉS AU DEUXIÈME COLLOQUE DE LA C.I.L.B. SUR LA PATHOLOGIE DES INSECTES ET LA LUTTE MICROBIOLOGIQUE

---

Un bref compte rendu a déjà été publié sur l'objet et les principales conclusions de ce deuxième colloque (*Entomophaga*, 3 (4), 281-282).

La plupart des rapports originaux sont publiés dans le présent fascicule. Aussi paraît-il opportun d'y joindre une analyse sommaire des discussions qui ont eu lieu au cours des séances de travail.

Enfin pour répondre au vœu exprimé dans le point n° 5 des résolutions adoptés par le groupe de travail, une première liste de souches de germes entomopathogènes est publiée dans le présent fascicule.

SÉANCE DU 22 OCTOBRE MATIN

### Les bactérioses

*Exposé de Mme BÉGUIN : Recherches sur l'action des cristaux de B. thuringiensis BERLINER, souche « Anduze ». — Entomophaga, 4 (3), 193-199.*

M. TOUMANOFF est intervenu à la suite de la communication de Mme BÉGUIN, dont l'exposé historique sur les bactéries aérobies sporogènes du groupe *cereus* lui paraît prêter à confusion. Selon cet exposé, deux thèses semblent s'affronter dans l'interprétation de l'effet pathogène de *Bacillus cereus* :

1° Action d'enzymes, par exemple la lécithinase, dont l'effet toxique, incomplet du reste, fut établi d'abord en France (TOUMANOFF, VAGO et GLADILINE) puis au Canada (HEIMPEL *et al.*).

2° Action toxique des inclusions cristallines caractérisant certains *cereus*, découvertes par HANNAY et dont l'effet beaucoup plus marqué sur les larves de Lépidoptères a été démontré d'abord par ANGUS, puis par TOUMANOFF (avec du matériel préparé par le Dr FITZ-JAMES et ÉLISABETH YOUNG).

Il n'a jamais été question, pour TOUMANOFF, d'opposer les deux modes d'action de ces bacilles. Les dernières données concernant la localisation de l'effet toxique sont venues compléter les connaissances partielles résultant des premières recherches sur la toxicité des *cereus* entomophages.

TOUMANOFF rappelle à Mme BÉGUIN que le germe désigné sous le nom de *Bacillus thuringiensis*, souche Anduze, isolé par VAGO du ver à soie, n'est autre

que *Bacillus cereus* var. *alesti* sommairement décrit par TOUMANOFF et VAGO en 1951 et dont un caractère différentiel important (formation du pigment sur jaune d'œuf) a été précisé par TOUMANOFF.

Il note enfin que les bactéries aérobies sporogènes portant des inclusions cristallines correspondent par l'ensemble de leurs caractères à *B. cereus* et doivent être considérées comme des variétés cristallophores et entomophages de cette espèce.

Après cette intervention de M. TOUMANOFF, le Dr FRANZ demande qu'on précise la valeur systématique des deux souches « Anduze » et « Alesti », probablement au cours d'une séance de travail ultérieure.

*Exposé de M. GRISON : Sensibilité de différents Lépidoptères à la souche « Anduze » de Bacillus thuringiensis BERLINER. — Entomophaga, 4 (3), 207-210.*

M. VAGO fait remarquer que les auteurs ont montré le rôle prépondérant de la nature de l'insecte dans l'efficacité de *B. thuringiensis*. Il tient à rappeler l'importance de la souche bactérienne et se réfère en particulier à un récent travail de VASILJEVIĆ sur l'action de diverses souches de *B. thuringiensis* sur *Hyphantria cunea*. Parmi les quinze souches expérimentées, provenant de différents laboratoires, une d'elles s'est révélée nettement plus virulente que toutes les autres.

*Exposé de M. KRIEG : Nouvelles recherches sur l'emploi de Bacillus thuringiensis.*

M. GRISON souligne la complexité des phénomènes biologiques qui conditionnent les rapports entre les espèces entomophages et les diverses souches de *B. thuringiensis*. Il indique que si, d'après les essais du Dr KRIEG, les Hyménoptères ne sont pas sensible à la bactérie qu'il a étudiée, les travaux canadiens, confirmés par les recherches effectuées en U.R.S.S., ont mis en évidence des souches virulentes pour les Tenthredes.

Le Dr FRANZ signale qu'aux U.S.A., la multiplication de *B. thuringiensis* est entrée maintenant dans le domaine industriel et qu'il a déjà reçu un échantillon.

*Exposé de M. HURPIN : Étude de diverses souches de maladie laiteuse sur les larves de M. melolontha et de quelques espèces voisines. — Entomophaga, 4 (3), 233-248.*

Au Dr FRANZ qui s'informe de l'effet des températures utilisées sur les larves saines, M. HURPIN indique que les essais ne durent en général que deux mois. Dans ces conditions l'action néfaste pour le ver blanc des températures trop élevées ne se fait sentir que légèrement.

Toutefois, il est bien certain que les résultats enregistrés sont dus à deux facteurs : l'accélération avec la température de l'évolution du germe et la diminution de la résistance de l'hôte. Mais le but essentiel de l'expérimentation était de comparer les différents types de maladie laiteuse : dans ce cas, la moindre résistance des larves dans les lots placés aux plus fortes températures a moins d'importance puisqu'il en est ainsi quel que soit le germe utilisé.

M. VAGO mentionne que, dans le tableau présenté par M. HURPIN, les différentes souches testées se montrent plus virulentes vis-à-vis des Rhizotrogues. Or, la première souche de maladie laiteuse isolée provenait précisément d'un

Rhizotroque. Cette souche, maintenant perdue, semble donc différente des autres et il y aurait intérêt à l'isoler à nouveau.

M. BALACHOWSKY signale l'existence en Algérie de nombreuses espèces de Rhizotrogues dont la plupart sont inconnus en Europe et attire l'attention sur l'intérêt de prospections dans les zones très infestées par ces vers blancs, pour l'isolement de souches nouvelles. De même pour les *Oryctes* dont les espèces tropicales ont un comportement vis-à-vis de la température très différent de nos vers blancs. M. VAGO appuie cette thèse en rappelant qu'un collègue américain, M. SURANY, a effectué une enquête très étendue sur les maladies d'*Oryctes*. Il a observé plusieurs anomalies mal définies, mais n'a pas noté la maladie laiteuse comme une affection répandue.

M. PESSON ajoute à ce propos qu'un entomologiste de l'O.R.S.T.O.M., M. LEPOINTE, étudie à Madagascar la question des *Oryctes* du Cocotier, et en particulier le rôle des facteurs écologiques dans le développement des maladies. Il suggère que M. LEPOINTE envoie des échantillons.

Enfin, à une question de M. SCHNEIDER, M. HURPIN répond que la plus grande résistance des nymphes paraît due, plutôt à la différence de milieu intérieur qu'à la durée plus brève de ce stade, par rapport aux larves.

#### SÉANCE DU 22 OCTOBRE APRÈS-MIDI

#### Les rickettsioses et les mycoses

*Exposé de M. HUGER : Histopathologie de la rickettsiose de *Tipula paludosa* MEIG.*

*et de M. KRIEG : Sur la nature des cristaux d'accompagnement dans les infections à *Rickettsiella*.*

A. M. GIROUD, très intéressé par la présence de cristaux dans les différents cas de rickettsioses constatés chez les Insectes, les orateurs précisent que ces cristaux, qui ne sont pas des éléments virus, ne renferment pas d'acides nucléiques. Ils augmentent au cours de la progression de la maladie, mais il ne semble pas qu'ils soient susceptibles de faire éclater les cellules-hôtes.

On ne sait pas s'ils sont toxiques. Leur séparation est possible et il est prévu une expérimentation sur leur toxicité .

*Exposé de Mme DUMAS : Études sur la rickettsie agent de la maladie « bleue » de *Melolontha melolontha* L.*

A. M. FRANZ qui demande si les rickettsies observées dans l'intestin des vers blancs malades se trouvent dans le tissu intestinal ou dans les muscles de la paroi, il n'est pas possible de donner une réponse sûre : les examens ont été effectués sur des frottis étalés sur lame dans lesquels les différents tissus constituant chaque organe sont mélangés.

M. HURPIN indique à M. MÜLLER-KÖGLER, d'autre part, que le mode d'infection utilisé est le même que pour les études sur la maladie laiteuse et consiste à laisser les carottes destinées à l'alimentation des larves tremper pendant plusieurs heures dans le broyat d'insectes malades, le surplus du liquide étant incorporé à la terre lors de la mise en élevage.

M. FRANZ tire la conclusion des quatre exposés sur les Rickettsioses : dans trois insectes différents des affections à rickettsies ont été mises en évidence avec des symptômes analogues.

L'institut Pasteur a pu reproduire la maladie sur un vertébré : il sera par conséquent nécessaire d'examiner si l'infection de l'homme ou des animaux domestiques ne serait pas à craindre lorsque l'emploi d'une rickettsiose d'insecte sera envisagée pour la lutte biologique. A ce propos, M. GIROUD fait remarquer que les nombreux expérimentateurs ayant étudié les rickettsioses n'ont pas été contaminés jusqu'à présent. C'est là une constatation rassurante pour l'avenir.

*Exposé de M. MÜLLER-KÖGLER : Sur l'isolement et la culture des Entomophthoracées. — Entomophaga, 4 (3), 261-274.*

A M. BONNEFOI qui s'informe de la méthode de récolte des spores, après un développement de la culture, pour infecter les insectes, il est répondu que les expériences à ce sujet sont encore à leur début, mais que la méthode qui sera suivie est le lavage de toute la culture avec de l'eau, c'est ainsi qu'on peut retirer les spores projetées contre les parois du tube et les autres qui sont restés en contact avec la culture.

M. FRANZ conclut que des expériences récentes ont prouvé qu'il y avait, malgré les échecs du passé, une possibilité d'utiliser des champignons en lutte biologique; notamment en Russie : traitement combiné avec insecticides et spores de champignons.

Il espère qu'en Europe occidentale les essais continueront.

## SÉANCE DU 23 OCTOBRE

### Les viroses

*Exposé de M. MÜLLER-KÖGLER : « Essais d'infection de *Tipula paludosa* MEIG. à l'aide de virus et de rickettsies spécifiques. »*

En réponse à la question de M. HURPIN sur la méthode d'élevage des larves de *Tipula paludosa*, M. MÜLLER-KÖGLER déclare que les premiers essais en boîtes de Pétri ayant donné de mauvais résultats, les récipients employés maintenant sont des pots en papier paraffiné. Ces pots non fermés sont remplis de tourbe et contiennent une larve alimentée par des grains de seigle en germination. La principale difficulté de l'élevage provient de la température, car la température du laboratoire est plus élevée que celle du milieu naturel. Mais pour que les maladies évoluent suffisamment vite, il faut qu'il y ait 20 °C, environ.

M. BILIOTTI ayant demandé si l'accouplement des adultes était facile à obtenir en élevage, l'auteur ajoute que la récolte des Tipules dans la nature est faite par le laboratoire du Dr MAERCKS à Oldenburg, qui expédie les pontes aux utilisateurs.

*Exposés de M. VAGO : Sur la culture des tissus en virologie d'Insectes. — Entomophaga, 4 (1), 23-26.*

M. VAGO indique à M. KRIEG, qui s'inquiète de la possibilité de culture des tissus entre surfaces de verre et surfaces de cellulose pour obtenir des points



de départ d'infection, que cette technique ne peut être utilisée que lorsqu'on possède déjà des couches monocellulaires cultivées sous forme de souches. L'institut Pasteur l'emploie pour l'étude génétique des virus.

M. FRANZ considère que la méthode de culture des tissus d'insecte ouvre des possibilités d'étude de virus d'insectes car le développement de cette technique est attendu depuis longtemps.

Il pense à l'adaptation des virus d'insectes à des cellules provenant d'espèces étrangères, il distingue à ce sujet deux façons de considérer la spécificité du virus d'insecte :

— L'une, par l'infection per orale;

— L'autre, par l'affinité du virus à l'intérieur de l'insecte.

Mais, pour M. VAGO, on ne peut transposer ces résultats obtenus en culture de tissus qu'indirectement sur animaux vivants. Sur cellules *in vitro* l'affinité d'un virus est plus forte pour certaines espèces, moins forte pour d'autres.

M. MÜLLER-KÖGLER parle des difficultés qu'on éprouve à se procurer le sang d'insecte indispensable en grande quantité, et M. VAGO indique qu'après avoir saigné pendant un mois 120 000 larves de *Bombyx* de 5 à 6 g, il a obtenu une provision de 500 cm<sup>3</sup> de sérum. Les facilités à ce sujet sont donc tout à fait restreintes par rapport à celles auxquelles on est habitué chez les Vertébrés. C'est un des points les plus délicats de la culture de tissus d'insectes. C'est d'ailleurs pourquoï il a essayé d'utiliser des extraits d'organes d'Insectes de grande taille.

M. REMAUDIÈRE signale que les Acridiens migrateurs pourraient éventuellement fournir une quantité importante de sang. M. VAGO craint que l'hémolymphe des criquets ne coagule vite. M. PESSON souligne l'intérêt de l'addition d'hormones et de substances de croissance d'insectes dans les milieux de culture.

*Exposé de M. MARTOURET : Multiplication et extraction des corps d'inclusion de la virose intestinale de Thaumetopoea pityocampa SCHIFF. — Entomophaga, 4 (3), 253-260.*

M. FRANZ demande des précisions sur le rendement et, revenant sur la question des calculs, dit qu'en effet on peut utiliser le nombre de chenilles infectées pour évaluer la quantité de polyèdres à employer sur une surface donnée, mais il y a une autre possibilité. Il désire connaître le facteur de multiplication du virus dans les élevages de multiplication.

M. MARTOURET répond que ce coefficient aurait pu être supérieur s'il n'y avait pas eu d'une part, la complication virus-septicémie et d'autre part, parce qu'on a utilisé une quantité de poudre infectieuse beaucoup trop grande, par sécurité.

## SÉANCE DU 24 OCTOBRE MATIN

### Applications pratiques et biocenotique

*Exposé de M. MARTOURET : Applications diverses et normes d'utilisation de Bacillus thuringiensis, souche « Anduze ». — Entomophaga, 4 (3), 211-220.*

A la suite d'une question de M. MÜLLER-KÖGLER, M. MARTOURET précise que les cultures de choux-fleurs intensives du Midi de la France nécessitent une

plus grande quantité de liquide ou de poudre à l'hectare, que des cultures de choux pommés ou de pomme de terre, par exemple.

*Exposé de M. BURGERJON* : Détermination au Laboratoire de l'époque de traitement de *Tortrix viridana* avec une préparation à base de *Bacillus thuringiensis* souche « Anduze ».

Le Dr FRANZ fait remarquer que les peuplements de chênes présentent toujours une très grande hétérogénéité en ce qui concerne le rythme de débourrement. Comment pourrait-on transposer les résultats de laboratoire dans un tel peuplement hétérogène?

M. BURGERJON répond que cette question n'a pas été négligée par M. KLINGLER qui a étudié la phénologie d'arbres précoces et d'arbres tardifs dans le peuplement de La Minière pour évaluer l'amplitude des différences de débourrement. On pourrait alors procéder de trois façons suivant les données obtenues dans diverses localités : ou bien commencer le traitement lorsqu'on constate des éclosions massives de chenilles sur les arbres les plus tardifs; ou bien lorsque les chenilles pour les mêmes arbres quittent l'intérieur des bourgeons; ou bien enfin, effectuer deux applications successives. Mais il faut tenir compte que sur un même arbre les chenilles peuvent être atteintes pendant une période assez longue.

Enfin, en Espagne, *Tortrix viridana* commet de gros dégâts sur *Quercus suber*; il y aurait lieu d'envisager l'étude de cette question, surtout dans ce cas particulier.

*Exposé de M. VAN DER LAAN* : Some Observations on the Action of E 58 Powder (*Bac. thuringiensis*) ou *Malacosoma neustria* (Lepid.) and other caterpillars in the field. — *Entomophaga*, 4 (3), 221-226.

Le Dr FRANZ interprétant des opinions fréquemment discutées parmi les spécialistes, pose les questions suivantes :

1° D'après les exposés précédents, j'ai l'impression qu'en France les recherches sur *B. thuringiensis* sont orientées surtout vers l'étude des cristaux. S'il en est bien ainsi dans quelle mesure peut-on parler encore de lutte biologique?

2° Estimez-vous plus favorable d'employer des mélanges de spores mortes et de cristaux où les cristaux sont seuls actifs, ou d'employer des spores vivantes avec des cristaux?

Pour M. BURGERJON, il est certain que si l'on considère seulement l'effet toxique immédiat des préparations celles-ci se comportent comme des insecticides d'ingestion et que l'intoxication est provoquée par les cristaux.

Mais, même en ne considérant que ce seul effet, comme le souligne M. GRISON, l'utilisation du mélange de spores (mortes ou vivantes) et de cristaux nous permet de faire dans des conditions économiquement très satisfaisantes les essais sur la sensibilité des Lepidoptères ainsi que les essais d'applications pratiques. Et M. VAGO transpose le second problème sous la forme suivante :

1° Est-il plus rentable d'utiliser la poudre de cristaux purifiée que le mélange initial de cristaux et de spores?

2° Y a-t-il un inconvénient à avoir des spores avec des cristaux? L'élimination des premières semble être une charge supplémentaire au point de vue de la production?

Le Dr FRANZ mentionne l'exposé du professeur TALALAEV à Prague qui a fait ressortir la persistance de l'infection dans un « foyer » de *Dendrolimus sibiricus*.

Le Dr BONNEFOI pense que les travaux entrepris par les auteurs canadiens et repris par M<sup>me</sup> BÉGUIN sur le mode d'action de ces bactéries sur les insectes prouvent l'action toxique des cristaux, mais que nous ne devons pas négliger l'action septicémique du germe vers laquelle nous orienterons nos recherches.

Dans nos premiers essais nous avons constaté une persistance des bactéries sur les feuilles de choux-fleurs; il reste à en étudier la durée. Si on procède à la séparation des spores, on obtient sans doute un effet immédiat, mais il n'y a plus de possibilité de transmission ultérieure; actuellement, il importe de continuer à obtenir des préparations pathogènes de bactéries sporulées et parallèlement de chercher à comprendre le rôle respectif des cristaux et des spores. Dans ce but strictement scientifique, il est évident que la séparation des spores et des cristaux doit être réalisée.

Pour M. VAGO, il serait utile de penser à un aspect plus pathologique de la question : à l'heure actuelle on s'oriente en lutte biologique vers l'exploitation des enchaînements des maladies. La poudre fabriquée par l'institut Pasteur contient telle qu'elle est un facteur causant une toxémie et un facteur provoquant une septicémie. Deux possibilités sont à envisager : ou bien la toxémie est mortelle ou bien si elle ne l'est pas, elle affaiblit les chenilles permettant au deuxième facteur, la bactérie présente dans l'intestin, de déterminer une complication qui aggrave la maladie et rend le traitement plus efficace. La préparation actuelle nous offre les deux éléments d'un tel enchaînement que nous avons intérêt à ne pas détruire. Et pour M. DEDONDER, il ne faut pas se limiter au problème de la toxicité immédiate : si les spores peuvent provoquer des septicémies dans la nature, il faut en déterminer l'efficacité réelle à longue échéance, et admettre que la constatation de cette septicémie est en faveur de la non séparation des spores.

En Tchécoslovaquie, ajoute Mme VANKOVA, on considère surtout la question rentabilité. A l'heure actuelle, il n'est pas rentable de séparer les spores et les cristaux.

D'autre part, il faut faire la distinction entre la lutte chimique et la lutte biologique.

#### SÉANCE DU 24 OCTOBRE APRÈS-MIDI

#### Diagnostic pathologique et histopathologique

*Exposé de M. VAGO : Complications et prédispositions en pathologie des Insectes.*

M. MÜLLER-KÖGLER, cite une observation qu'il a faite dans ses expériences. Il semble que dans certains cas, le développement du champignon commence mais ne parvient pas au dernier stade parce que les bactéries de l'intestin arrivent à masquer l'infection initiale due à la mycose. Ce cas très intéressant est relativement rare.

#### *Allocution du Dr BONNEFOI.*

Le secrétaire d'organisation de notre colloque a cru bon d'accoler mon nom à un long rapport. En réalité, je n'ai pas de rapport à vous présenter et j'en suis confus, mais je voudrais vous livrer quelques réflexions personnelles quant au « devenir » de notre organisation.



Nous avons tous ressenti notre isolement, notre commission est née de ce désir commun de nous grouper pour mieux travailler, d'où la nécessité impérieuse de multiplier les contacts.

Le succès et le nombre des travaux présentés à ce deuxième colloque, venant après ceux d'Antibes et de Darmstadt montrent que nous sommes dans la bonne voie. Faut-il encore que nous parlions la même langue !

Les problèmes posés par la préparation de produits biologiques destinés à la lutte contre les insectes parasites de l'agriculture sont analogues à ceux posés pour la préparation des produits biologiques destinés à la prévention et au traitement des maladies de l'homme et des animaux. Il existe un parallèle entre notre organisation et une autre organisation qui s'édifie dans le domaine de l'immuno-biologie. Plusieurs rencontres annuelles, en France d'abord, puis à Rome, l'an passé en Yougoslavie, et, enfin, cette année à Bruxelles, ont permis des échanges de vue fructueux entre tous ceux qui, à des titres divers (instituts de recherches et producteurs de sérums et vaccins, contrôleurs d'État) s'intéressent aux problèmes de la préparation et du contrôle des produits biologiques destinés à l'homme et aux animaux. Le but de ces rencontres et de la future Société internationale de standardisation biologique est de provoquer et de coordonner les recherches intéressant les produits biologiques, de recueillir et de porter à la connaissance de ses membres les faits et documents d'intérêt général concernant l'activité, le contrôle et la normalisation des produits biologiques, d'aider à la création des standards internationaux ainsi qu'à l'unification, dans les différents pays, des méthodes de contrôle, etc...

A notre différence, ces rencontres groupent déjà la plupart des pays du monde en une seule association. Je formule un souhait personnel pour que nos organisations se fondent finalement en une seule.

Un premier point capital pour nous est l'établissement d'une systématique bactérienne : faute de cela, nous progresserons difficilement chacun désignant d'un nom différent une même espèce, ou plusieurs espèces sous une même appellation.

Un deuxième point, comme pour les produits biologiques destinés à l'homme et aux animaux, est l'adoption de méthodes communes d'activité et de contrôle. La mise au point de ces méthodes doit être la résultante d'un travail effectué en étroite collaboration, chaque institut participant à ce travail devant avoir à sa disposition la même souche d'épreuve et l'éprouver sur un même insecte. Les modalités de l'expérimentation doivent être minutieusement décrites et respectées, faute de quoi, tout progrès sera impossible. Une question se pose donc : devons-nous échanger les souches dont nous disposons les uns et les autres ? Nous sommes personnellement favorables à cet échange, de même que nous sommes prêts à collaborer avec un ou



plusieurs laboratoires désignés par la C.I.L.B. pour édifier des méthodes de titrage comme celle, par exemple, proposée par M. BURGERJON.

Il avait été envisagé à Antibes, la création de centres de collections des différents microorganismes (bactéries, ultravirus, rickettsies, mycoses). La création de tels centres n'est-elle pas prématurée? Il semble que, dans un premier temps, l'échange de souches, afin d'en poursuivre une étude comparative, et peut-être leur envoi à ceux des instituts plus particulièrement spécialisés dans une branche de la systématique et acceptant d'en faire une étude complète, constituerait un progrès certain. Je vous demande également votre avis sur ce point.

### *Discussion :*

M. KRIEG, signale qu'à Prague, il existe déjà une collection de bactéries qui contient plusieurs centaines de souches. Des listes ont été établies, c'est un début de collection internationale. Ce centre est à la disposition de tous ceux qui sont intéressés par les échanges de souches (*cf. Entomophaga*, 4 (1), 15-22.



## DOCUMENTATION

---

### LISTE DES GERMES ENTOMOPATHOGENES ISOLÉS

*(Établie par le groupe de travail de la C.I.L.B.  
sur la pathologie des insectes et la lutte microbiologique)*

Au cours des discussions du deuxième colloque du groupe de travail sur la pathologie des insectes et la lutte microbiologique (Paris, octobre 1958) il fut recommandé de communiquer au « Centre de Collection de types microbiens » de Lausanne les souches de germes pathogènes pour les insectes après isolement et détermination.

Il a été convenu que des listes de ces souches seraient établies périodiquement et publiées dans « Entomophaga ».

Nous espérons que ces mesures seront utiles à nos collègues spécialistes à la recherche de certaines souches.

On trouvera en page 286 la première liste de souches isolées par C. VAGO au laboratoire de Cytopathologie, Saint-Christol-lès-Alès, et par E. MÜLLER-KÖGLER à l'Institut für biologische Schädlingbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Darmstadt.

---

### LISTE ISOLIERTER INSEKTENPATHOGENER ERREGER

*(Zusammengestellt von der C.I.L.B., Arbeitsgruppe für  
Insektenpathologie und mikrobiologische Bekämpfung)*

Diskussionen während des zweiten Kolloquiums der Arbeitsgruppe für Insektenpathologie und mikrobiologische Bekämpfung (Paris, Oktober 1958) führten zu der Empfehlung, isolierte und determinierte Stämme insektenpathogener Erreger dem « Centre de Collection de Types microbiens » in Lausanne zu melden. Ausserdem sollten diese Stämme von Zeit zu Zeit in einer Liste zusammengestellt und in der « Entomophaga » veröffentlicht werden. Wir hoffen, dass diese Massnahmen den jeweiligen Spezialisten eine Hilfe sein werden bei der Suche nach bestimmten Stämmen.

Die Liste beginnt p. 286 heute mit Stämmen, die von C. VAGO im laboratoire de Cytopathologie, Saint-Christol-lès-Alès, und von E. MÜLLER-KÖGLER im Institut für biologische Schädlingbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Fortswirtschaft, Darmstadt, isoliert und bereits nach Lausanne gemeldet wurden.

# PREMIÈRE LISTE DE SOUCHES DE GERMES ENTOMOPATHOGÈNES

Collection des Micro-organismes  
associés aux Invertébrés du Laboratoire de Cytopathologie, ALÈS  
Institut national de la Recherche agronomique de France  
Union internationale des Collections de Types microbiens  
Liste des souches microbiennes. État du 31 décembre 1958

PAR

C. VAGO

## Bactéries

ESPEC.	N° SOUCHE	HÔTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Bacillus alvei</i> CHES. CHEY.	297	<i>Apis mellifica</i> (Tunisie)	1953
<i>Bacillus cereus</i> var. <i>Alesti</i> TOUM. VAGO	143	<i>Bombyx mori</i> (Les Plantiers)	1951
— — —	545	— — (St-Jean-du-Gard)	1956
<i>Bacillus larvae</i> WHITE	295	<i>Apis mellifica</i> (Cameroun)	1953
— — —	50	<i>Vespa germanica</i> (Vaduz, Liechtenstein)	1951
<i>Bacillus orpheus</i> WHITE	117	<i>Apis mellifica</i> (Congo belge)	1951
<i>Bacillus type popilliae</i> DUTKY	382	<i>Melolontha melolontha</i> (Rouen)	1954
<i>Bacterium paracoli</i> protéolytique GILS. LION	289	<i>Sesamia nonagrioides</i> (Bordeaux)	1953
<i>Paracolon aerobacter</i>	383	<i>Gryllulus domesticus</i> (Le Bouchet)	1954
<i>Serratia marcescens</i> BIZIO	346	<i>Gnorimoschema operculella</i> (Antibes)	1955
— — —	350	<i>Bombyx mori</i> (Alès)	1954
<i>Streptococcus bombycis</i> FLUGGE	320	— — (Lagorce)	1953

## Champignons

ESPECÈ	N° SOUCHE	HÔTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Aspergillus flavus</i> LINK.	255	<i>Zonocerus variegatus</i> (Abidjan)	1952
<i>Aspergillus melleus</i> YUK.	27	<i>Pseudococcus citri</i> (Versailles)	1950
<i>Aspergillus niger</i> TIEGH.	336	<i>Evania</i> sp. (Maroc)	1954
— — —	15	<i>Apis mellifica</i> (Tunis)	1949
<i>Aspergillus repens</i> (CDA) BARY	176	<i>Thaumetopoea processionea</i> (Versailles)	1951
<i>Beauveria bassiana</i> (BALS.) VUIL.	407	<i>Phyllan abbreviatus</i> (Banyuls)	1955
— — — —	425	<i>Vesperus</i> sp. (Montpellier)	1955



## Champignons (suite)

ESPÈCE	N° SOUCHE	HÔTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Beauveria bassiana</i> (BALS.) VUIL.	328	<i>Bombyx mori</i> (Vidauban)	1953
— — — — —	327	<i>Bombyx mori</i> (Madagascar)	1953
— <i>densa</i> (LINK.)	269	<i>Melolontha melolontha</i> (Rouen)	1952
— — — — —	78	<i>Forficula</i> sp. (Oléron)	1951
— — — — —	292	<i>Epeira</i> sp. (St-Gall, Suisse)	1953
<i>Beauveria effusa</i> (BEAUV.) VUIL.	646	<i>Bombyx mori</i> (Ardèche)	1957
— — — — —	195	<i>Melolontha melolontha</i> (Rouen)	1951
— — — — —	256	<i>Pyrausta nubilalis</i> (Bordeaux)	1952
— — — — —	396	<i>Cetonia</i> sp. (Iran)	1955
— — — — —	363	<i>Sesamia cretica</i> (Avignon)	1954
— — — — —	405	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Versailles)	1955
<i>Cephalosporium</i> sp.	426	<i>Saissetia oleae</i> (Alger)	1955
<i>Empusa grylli</i> (FRES.)	374	<i>Aiolopus</i> sp. (Milano)	1954
— — — — —	378	<i>Schistocerca</i> sp. (Milano)	1954
<i>Empusa muscae</i> COHN	326	<i>Musca domestica</i> (Lausanne)	1953
— — — — —	552	— — (Antibes)	1957
<i>Entomophthora</i> sp.	651	<i>Stilpnotia salicis</i> (Belgique)	1958
<i>Epicoccum pucpurescens</i> EHR.	380	<i>Geometridae</i> sp. (Avignon)	1954
<i>Fusarium moniliforme</i> (SCHELD)	79	<i>Bombyx mori</i> (Alès)	1951
— — — — —	354	<i>Pyrausta nubilalis</i> (Aix-en-Provence)	1954
— — — — —	466	<i>Sesamia</i> sp. (Bordeaux)	1955
<i>Fusarium orthoceras</i> APP. WR.	142	<i>Melolontha melolontha</i> (Rouen)	1951
<i>Fusarium poae</i> (PH.) WR.	308	<i>Hyphantria cunea</i> (Yougoslavie)	1953
<i>Fusarium roseum</i> LINK.	278	<i>Sesamia nonagrioides</i> (Bordeaux)	1952
<i>Fusarium solani</i> var. min. (MART.) APP.			
WR.	218	<i>Vesperus xatarti</i> (Montpellier)	1952
<i>Fusarium</i> sp.	129	<i>Carpocapsa pomonella</i> (Grenoble)	1951
<i>Fusarium</i> sp.	398	<i>Eulecanium corni</i> (Colmar)	1955
<i>Isaria farinosa</i> DICKS.	234	<i>Rhizotrogus solstitialis</i> (Rouen)	1952
<i>Isaria</i> sp.	720	<i>Hyphantria cunea</i> (Yougoslavie))	1958
<i>Isaria</i> sp.	721	<i>Lymantria dispar</i> (Yougoslavie)	1958
<i>Metarrhizium anisopliae</i> (METCH.) SOR.	359	<i>Pieris brassicae</i> (Yougoslavie)	1954
— — — — —	427	<i>Bombyx mori</i> (Madagascar)	1955
— — — — —	424	— — (Alès)	1955
— — — — —	53	<i>Melolontha melolontha</i> (Rouen)	1951
— — — — —	88	<i>Forficula labidura</i> (le Cannet)	1951
— — — — —	410	<i>Oryctes nasicornis</i> (Rouen)	1955
<i>Mucor hiemalis</i> WEHM.	205	<i>Vesperus xatarti</i> (Marseille)	1952
<i>Mucor racemosus</i> FRES.	555	<i>Bombyx mori</i> (Alès)	1957
<i>Papularia sphaerosperma</i> (PERS.) V. HÖHN	360	<i>Thaumetopoea processionea</i> (Versailles)	1954
<i>Penicillium expansum</i> LINK.	412	<i>Melolontha melolontha</i> (Colmar)	1955
<i>Penicillium granulatum</i> BAIN	130	— — (Rouen)	1951
— — — — —	468	<i>Apis mellifica</i> (Alfort)	1955
— — — — —	469	<i>Helix nemoralis</i> (Lyon)	1955
<i>Penicillium notatum</i> WEST.	131	<i>Deilephila euphorbiae</i> (Sète)	1951
<i>Penicillium oxalicum</i> CUR. THOM.	422	<i>Vesperus</i> sp. (Montpellier)	1955
<i>Rhizopus niger</i> CIAG. HEW.	361	<i>Oryctes nasicornis</i> (Paris)	1954
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> BAIN	431	<i>Musca</i> sp. (Madagascar)	1955
— — — — —	217	<i>Formica</i> sp. (Adiopodoumé)	1952
<i>Streptomyces albus</i> (ROS. DOR. emend.			
KRAIN. WAKS. HENR.	352	<i>Apis mellifica</i> (Alfort)	1954
<i>Streptomyces albus</i> (ROS. DOR. emend.			
KRAIN. WAKS. HENR.	335	<i>Melolontha melolontha</i> (Nîmes)	1954
<i>Trichothecium roseum</i> LINK.	610	<i>Bombyx mori</i> (Alès)	1957

## Virus

ESPÈCE	N° SOUCHE	HÔTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Bergoldiavirus kovacevici</i>	723	<i>Hyphantria cunea</i> (Yougoslavie)	1958
<i>Bergoldiavirus pier</i>	512	<i>Pieris brassicae</i> (Avignon)	1956
<i>Borrelinavirus</i>	465	<i>Galleria mellonella</i> (Uzès)	1955
<i>Borrelinavirus</i>	344	<i>Brachionya sphinx</i>	1954
<i>Borrelinavirus</i>	418	<i>Euproctis chrysorrhoea</i> (Croze)	1955
<i>Borrelinavirus</i>	429	<i>Saturnia pavonia</i> (Versailles)	1955
<i>Borrelinavirus</i>	432	<i>Tineola biselliella</i> (Zurich)	1941
<i>Borrelinavirus</i>	559	— (Delft)	1957
<i>Borrelinavirus</i>	440	<i>Tinea columbariella</i> (Zurich)	1955
<i>Borrelinavirus</i>	476	<i>Galleria mellonella</i> (Cardet)	1956
<i>Borrelinavirus anthereae</i>	618	<i>Antheraea pernyi</i> (Pologne)	1957
<i>Borrelinavirus plusiae</i>	258	<i>Plusia gamma</i> (Versailles)	1952
<i>Borrelinavirus</i> (grasserie)	483	<i>Theophila mandarina</i> (Japon)	1956
<i>Borrelinavirus</i> (grasserie)	348	<i>Theophila mandarina</i> (Alès)	1954
<i>Borrelinavirus bombycis</i> (grasserie)	502	<i>Bombyx mori</i> (St-Jean-du-Gard)	1956
— — —	504	— (Madagascar)	1956
— — —	282	— (Valence)	1953
— — —	331	— (Téhéran, Iran)	1954
— — —	262	— (Lahore, Pakistan)	1952
— — —	329	— (Szekszard, Hongrie)	1953
— — —	365	— (Padova, Italie)	1954
— — —	546	— (Panchevo, Yougoslavie)	1956
— — —	268	— (Alès)	1952
<i>Borrelinavirus reprimens</i> (Wilt disease)	89	<i>Porthetria dispar</i> (Suisse)	1951
<i>Smithiavirus</i>	322	<i>Euzoa segetum</i> (Pont-de-la-Maye)	1953
<i>Smithiavirus</i>	481	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Genolhac)	1956
<i>Smithiavirus</i>	313	— (Versailles)	1953
<i>Smithiavirus</i>	263	— (Oléron)	1952
<i>Smithiavirus</i>	318	— (Sommieres)	1953
<i>Smithiavirus</i>	417	<i>Arctia caja</i> (Montpellier)	1955
<i>Smithiavirus</i>	448	<i>Lasiocampa quercus</i> (Versailles)	1955
<i>Smithiavirus pieris</i>	384	<i>Pieris brassicae</i> (Camargue)	1954
<i>Smithiavirus hyphantriae</i>	430	<i>Hyphantria cunea</i> (Yougoslavie)	1955

## Protozoaires

ESPÈCE	N° SOUCHE	HÔTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Nosema bombycis</i> NAG.	740	<i>Bombyx mori</i> L. (Alès)	1958
— — —	746	— (Pologne)	1958

**Stämme insektenpathogener Pilze**  
**im Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt**  
**für Land- und Forstwirtschaft, Darmstadt.**

VON

E. MÜLLER-KÖGLER

Nachstehende Stämme wurden 1958 dem Centre de Collection de Types microbiens in Lausanne gemeldet. Sie wurden vom Verfasser isoliert und determiniert. Hinter dem Artnamen ist die Bezeichnung angeführt, unter der die Stämme hier geführt werden.

ART	N° STAMM	WIRT	ISOLIERT AM
<i>Beauveria bassiana</i> (BALS.) VUILL.	B.b.2	<i>Carpocapsa pomonella</i> L.	1-10-55
— — — —	B.b.5	<i>Pieris rapae</i> (L.)	7- 3-56
— — — —	B.b.6	<i>Tipula paludosa</i> MEIG.	25- 1-57
— — — —	B.b.7	<i>Choristoneura murinana</i> (HBN.)	24- 4-57
<i>Beauveria tenella</i> (DELACR.) SIEM.	B.t.1	<i>Melolontha</i> sp. (Larve)	12-12-55
— — — —	B.t.4	<i>Pristiphora abietina</i> CHRIST.	26-11-56
— — — —	B.t.5	<i>Melolontha</i> sp. (Imago)	18-11-57
— — — —	B.t.6	<i>Melolontha</i> sp. (Larve)	10-12-57
<i>Empusa aulicae</i> REICH.	(E.aul.)	<i>Euproctis chrysorrhoea</i> (L.)	6- 6-56
<i>Metarrhizium anisopliae</i> (METSCH.)			
SOROK.	M.a.13	<i>Melolontha</i> sp. (Larve)	15- 7-58
<i>Metarrhizium anisopliae</i> (METSCH.)			
SOROK.	M.a.14	<i>Phyllodromia germanica</i> L.	10-10-58
<i>Spicaria farinosa</i> (FR.) VUILL.	Sp.f.1.	<i>Carpocapsa pomonella</i> L.	1-10-55
<i>Spicaria farinosa</i> (FR.) VUILL.	Sp.f.2	<i>Aporia crataegi</i> L.	29-10-55

ACHEVÉ D'IMPRIMER  
SUR LES PRESSES DE  
L'IMPRIMERIE NOUVELLE  
53, QUAI DE LA SEINE, PARIS  
LE 21 SEPTEMBRE 1959  
N° 208-59

LE FRANÇOIS - PARIS  
(C.O.L. 15-02 17)



## SOMMAIRE

## Informations concernant la C.I.L.B.

Session du Bureau exécutif (Belgrade, 29 juin 1959), p. 291. — Conférence internationale sur la lutte biologique contre *Hyphantria cunea* DR. (Belgrade, 26-27 juin 1959), p. 293. — Activité des groupes de travail de la C.I.L.B. : groupe de travail « *Hyphantria cunea* », p. 294; groupe de travail « *Dacus-Ceratitis* », p. 295; groupe de travail « Défoliateurs forestiers méditerranéens », p. 296.

## Mémoires originaux

A. P. ARTHUR & H. G. WYLIE : Effects of host size on sex ratio, development time and size of *Pimpla turionellae* (L.) (*Hymenoptera* : *Ichneumonidae*), p. 297. — MANFRED MACKAUER : *Trioxys similis* n. sp. (*Hymenoptera* : *Bracnidae*, *Aphidiinae*), eine neue Blattlaus-Schlupfwespe aus Frankreich, p. 303. — C. VAGO : Sur le mode d'infection de la virose intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., p. 311.

## Documentation

Bibliographie über biologische Bekämpfung IV (von J. FRANZ), p. 315.  
Bibliographie concernant la systématique des Insectes entomophages III (1958) (par le Centre de documentation de la C.I.L.B.), p. 345.

Errata in *Entomophaga* 4 (3) : p. 357.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME IV, p. 359.

## INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

## SESSION DU BUREAU EXÉCUTIF

(BELGRADE, 29 JUIN 1959)

En 1959, la session du Bureau exécutif de la C.I.L.B. a eu lieu à Belgrade (Yougoslavie) le 29 juin, après la conférence internationale sur la lutte biologique contre *Hyphantria cunea*.

Le compte rendu de la réunion qui s'est tenue à Genève les 23 et 24 février 1959 pour la constitution du groupe de travail sur la taxonomie des insectes entomophages et le fonctionnement du Centre d'identification de Genève, a d'abord fait l'objet d'un large échange de vues. Les conclusions de cette réunion ont été approuvées par le Bureau exécutif : le professeur BOVEY, de Zürich, a été chargé avec l'assistance de quelques entomologistes suisses, dont M. BESUCHET secrétaire du Centre d'identification de Genève, d'élargir l'action de la C.I.L.B. concernant l'identification des insectes entomophages et de préparer un colloque restreint dans le cadre de l'U.I.S.B., faisant suite à celui tenu à Stockholm en 1947. Ce colloque devrait avoir lieu

à Munich quelques jours avant le congrès international d'entomologie de Vienne.

Les résolutions des groupes de travail ont fait l'objet d'un examen approfondi dans le principal souci de favoriser le développement de la coopération internationale dans les recherches se rapportant aux insectes entomophages et aux micro-organismes entomopathogènes, ainsi que d'aboutir à des réalisations efficaces dans les applications de la lutte biologique.

Les problèmes de taxonomie seront développés en liaison avec le Centre d'identification des insectes entomophages ; une attention spéciale a été réservée aux problèmes de quarantaine posés par les prospections extra-européennes.

De nombreux groupes de travail consacrent une partie de leur activité à l'étude du parasitisme indigène à la fois pour en mieux connaître la portée mais aussi pour contribuer à la connaissance de la biologie des parasites et faciliter le développement de laboratoires spécialisés dans la plupart des pays membres.

Il a été rappelé qu'une priorité serait toujours donnée par le Centre d'identification, à l'étude des Insectes entomophages liés à un hôte bien connu et se rapportant de préférence aux préoccupations de l'un ou l'autre des groupes de travail de la C.I.L.B.

Par ailleurs, une coordination de plus en plus étroite est observée par les spécialistes de chacun des groupes de travail quelle que soit la périodicité des réunions. Des comptes rendus succincts de chaque réunion des groupes de travail sont publiés aussi régulièrement que possible dans *Entomophaga*. Le compte-rendu se rapportant à la réunion consacrée à *Hyphantria cunea* est publié dans le présent numéro.

D'ores et déjà indiquons que le Bureau exécutif a chaleureusement approuvé les conclusions de cette conférence qui devraient permettre d'aboutir à des résultats appréciables dans la lutte biologique contre ce ravageur grâce à la coopération européenne.

Enfin, le Bureau exécutif a enregistré avec satisfaction de nouvelles propositions d'adhésion, en premier lieu celle des Pays-Bas et bientôt celles du Japon, de la Turquie, du Liban lorsque des unités spécialisées de lutte biologique auront été constituées dans ces pays. Les relations avec les grandes organisations internationales (F.A.O., O.E.P.P., etc.), ont été développées ainsi qu'avec plusieurs pays de l'est de l'Europe en ce qui concerne la documentation scientifique et les échanges de matériaux.

P. G.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE  
*HYPHANTRIA CUNEA* DR.  
(Belgrade, 26 et 27 juin 1959)

Le 11 juillet 1957, après accord convenu avec F.A.O. et O.E.P.P., la C.I.L.B. chargeait un groupe de travail spécialisé de lui présenter un programme d'étude et d'application sur la lutte biologique contre *Hyphantria cunea* DR. Ce programme (livret 58-2B) était adopté par le Bureau exécutif de la C.I.L.B. en octobre 1958 et soumis aux principaux gouvernements intéressés. La conférence des 26 et 27 juin 1959 avait pour objet d'en discuter les propositions et d'en définir les modalités d'application.

La conférence, à laquelle participaient plusieurs représentants de gouvernements, d'institus officiels et d'organisations internationales, a été ouverte par M. le Secrétaire d'État de l'Agriculture et des Forêts de la République populaire fédérative de Yougoslavie.

Des communications scientifiques, dont on lira un résumé très bref ci-dessous, ont été présentées par le docteur TADIĆ.

D'importantes résolutions ont été prises par la conférence :

- en adoptant un programme de mission aux U.S.A. ;
- en insistant sur les conditions techniques de réussite en ce qui concerne la réception des parasites, la quarantaine et les études biologiques réalisées au laboratoire de lutte biologique de Beograd-Zemun ;
- en prenant en considération les possibilités d'assistance technique offertes par les organisations internationales ;
- en demandant une contribution financière à tous les gouvernements intéressés.

P. G.

## ACTIVITÉ DES GROUPES DE TRAVAIL DE LA C.I.L.B.

---

### Groupe de travail « *Hyphantria cunea* »

L'expérience acquise jusqu'à présent dans le travail pour la lutte biologique contre l'Écaille fileuse a rendu nécessaires certaines modifications ou plutôt une meilleure analyse et une connaissance plus détaillée des possibilités existant et des perspectives de cette action. Les résultats de ces études préliminaires ont déjà été publiés par la C.I.L.B. Il est incontestable que la formation d'un groupe de travail pour la lutte biologique contre l'Écaille fileuse, dans le cadre de la C.I.L.B., a donné une nouvelle impulsion, si bien que l'on peut déjà entrevoir de meilleures perspectives pour le travail ultérieur.

Grâce à l'activité du docteur BJEGOVIC qui en 1958 a passé six mois aux États-Unis, à la fin de cette même année les premiers envois de parasites de l'Écaille fileuse ont été reçus de ce pays. Une partie de ces parasites a été élevée jusqu'à l'obtention des imagos qui ont été lâchés dans de nouvelles localités, tandis que l'autre partie (cocons en diapause) a été conservée jusqu'au printemps de 1959 (*M. ampelus* WLK.) (*Achetoneura* sp.). À part cela, grâce au docteur SIMMONDS, directeur du Commonwealth Institute pour la lutte biologique, au cours de l'automne 1958, nous avons reçu un certain nombre de cocons de *M. ampelus* WLK. du Canada méridional. Dans les deux cas, ces envois de parasites de l'Écaille fileuse ont été organisés sur la base de réciprocité, c'est-à-dire que pour les insectes entomophages reçus des U.S.A. et du Canada, il sera envoyé de Yougoslavie les insectes entomophages intéressants pour les entomologistes de ces deux pays. C'est ainsi qu'au cours du mois de mai dernier il a déjà été expédié de Yougoslavie aux États-Unis, deux envois de parasites *Sitona* sp. et *Hypera* sp.

Les cocons de *M. ampelus* WLK. ont bien hiverné, et au cours des éclosions au printemps de 1959, certaines différences ont été constatées entre le comportement des Tachinaires provenant du Canada et celui de ces parasites provenant des U.S.A. Ces parasites ont été employés pour l'élevage en masse sur les chenilles de *Malacosoma neustria* L.

Ce nouvel hôte européen de *M. ampelus* WLK., s'il ne survient pas de changements dans son comportement dans la nature, permettra de résoudre le problème de l'asynchronisation de l'apparition



de *M. ampelus* WLK. et des chenilles de l'Écaille fileuse, propres à être parasitées. Cependant, ici encore, il faut prévoir des recherches détaillées sur le développement de la larve de cette Tachinaire, car on peut y entrevoir une certaine spécificité quant au processus même d'adaptation de *M. ampelus* WLK. à la chenille de *Malacosoma neustria* L.

Parallèlement à ces recherches au laboratoire, un travail systématique sera organisé pour l'acclimatation de ce parasite, mais cette fois sur de nouveaux terrains où l'Écaille fileuse est répandue et où est aussi apparue l'année dernière *Malacosoma neustria* L.

Les détails du programme ultérieur et du financement du travail pour cette action, sont donnés dans la publication de la C.I.L.B.

Docteur M. TADIĆ.

### Groupe de travail « *Dacus-Ceratitis* »

(Antibes 20 et 25 avril 1959)

Le groupe de travail a d'abord pris acte des progrès acquis dans la connaissance de la biologie de *Opius concolor* et dans les techniques d'élevage permanent de ce parasite. Une unité de production expérimentale est en cours de constitution à Avignon (France).

Le groupe a constaté une nouvelle fois que les méthodes modernes de lutte biologique nécessitaient l'obtention d'élevages permanents d'hôtes, ce qui n'est pas encore réalisé en ce qui concerne *Dacus oleae*.

Par contre l'élevage permanent de *Ceratitis capitata* offre toutes les possibilités d'entreprendre immédiatement les études biologiques et écologiques sur les parasites ; celles-ci pourraient être développées simultanément au Maroc et en Algérie.

Le Centro Nazionale di Lotta Biologica de Portici (Italie) poursuivra l'étude faunistique et biologique des parasites méditerranéens de *Dacus oleae* ; cependant qu'un programme de prospection dans les régions extra-méditerranéennes sera développé à la suite des premières récoltes effectuées en 1959 par M. le professeur VAYSSIÈRE, puis par M. BRUNEAU DE MIRÉ en Afrique centrale.

Mais le développement de ce programme nécessite à la fois une coopération active avec le Groupe d'Identification des Insectes Entomophages ainsi que l'établissement d'un service circuméditerranéen de quarantaine à Antibes (France) destiné à recevoir, trier et contrôler les échantillons adressés par les prospecteurs avant leur identification ou leur utilisation par tout autre laboratoire participant aux études écologiques.

D'autre part, le groupe de travail maintiendra une étroite liaison avec la F.A.O. ainsi qu'avec toutes les organisations intéressées, notamment avec la Fédération Internationale d'Oléiculture.

### Groupe de travail « Défoliateurs forestiers méditerranéens »

(Lisbonne, 3 et 6 juin 1959)

Cette deuxième session s'est tenue sous la présidence officielle de Son Excellence M. le Secrétaire d'État à l'Agriculture du Portugal. Elle a essentiellement jeté les bases d'un élargissement de son activité du fait même d'une large représentation (Espagne, France, Italie, Portugal, Turquie, Yougoslavie) et de la présence d'un délégué allemand également membre du groupe de Dynamique des Populations de l'I.U.F.R.O. (International Union of Forest Research Organisations).

L'accent a d'abord été mis sur l'intérêt d'évaluer expérimentalement les dommages causés à l'économie forestière par les défoliateurs. Puis les études relatives à chaque problème particulier ont été placées dans un cadre d'ensemble tracé par M. BILIOTTI (Antibes) chargé de la direction du groupe. En particulier le développement simultané des études biocénétiques et de l'expérimentation de diverses méthodes de lutte biologique nécessite une collaboration plus étroite avec les entomologistes taxonomistes et pathologistes.

C'est ainsi que les études conduites principalement en France sur *Thaumetopoea pityocampa* peuvent laisser envisager des résultats prometteurs.

La même manière doit être appliquée par la section chargée des études sur le Biome des peuplements de *Quercus* méditerranéens (avec une attention spéciale aux problèmes de *Lymantria dispar* et de *Tortrix viridana*) et dont le patronage scientifique est confié au professeur CEBALLOS (Madrid).

Enfin après avoir félicité le professeur PAVAN des résultats qu'il a obtenus en Italie, le groupe de travail propose de lui confier à Pavie la constitution d'un Centre International pour l'étude des espèces du groupe *Formica rufa*.

---

## MÉMOIRES ORIGINAUX

---

### EFFECTS OF HOST SIZE ON SEX RATIO, DEVELOPMENT TIME AND SIZE OF *PIMPLA TURIONELLAE* (L.) (HYMENOPTERA : ICHNEUMONIDAE)

BY

A.P. ARTHUR and H.G. WYLIE (\*)

---

*Pimpla turionellae* (L.) (= *examinator* F.) is a pupal parasite of many species of *Lepidoptera*. During propagation of this species for release in Canada against the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.), and the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.), data were obtained on the influence of the size of the host pupae on sex ratio, development time, and size of the adults.

#### Material and Methods

Mated females of *P. turionellae* that had been reared in the laboratory on a number of medium-sized hosts were placed singly in cages that measured  $4 \times 4 \times 2 \frac{1}{2}$  inches. They were fed daily a 10 per cent solution of honey and sprayed twice daily with tap water. Pupae of different hosts were introduced into the cage and each was removed as soon as the parasite had laid one egg on it. The hosts were then weighed, placed singly in glass vials, and incubated at 22-24 °C. and  $60 \pm 5$  per cent relative humidity. Weight was used as a measure of host size because of differences in shape between moth and butterfly pupae. When the parasites emerged they and the host remains were weighed separately. As this species is arrhenotokous, only data from females that produced both males and females were used. Pupae that did not produce parasites were dissected.

Nine species of lepidopterous hosts were used. *Anagasta kühniella* (ZELL.) and *Galleria mellonella* (L.) (*Pyrallidae*) were taken from labo-

(\*) Contribution N° 3783, Entomology Division, Science Service, Department of Agriculture, Ottawa, Canada.

ratory cultures. The following were collected in the field in the larval stage and reared to pupae in the laboratory: *Pyrausta nubilalis* (HBN.) (Pyralidae), *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.) (Olethreutidae), *Pieris rapae* (L.) (Pieridae), *Trichoplusia ni* (HBN.) (Noctuidae), *Malacosoma americanum* (F.) (Lasiocampidae), *Aglais milberti* LATR. (Nymphalidae) and *Danaus plexippus* L. (Danaiidae).

## Results

Table I shows that the sex ratio of *P. turionellae* was influenced by the size of the host on which it developed. Only male parasites emerged from the small host pupae of *A. kühniella*, approximately equal numbers of males and females from the medium-sized hosts (*P. nubilalis*, *G. mellonella*, *P. rapae*, and *T. ni*), and a high percentage of females from the large hosts (*A. milberti*, *M. americanum* and *D. plexippus*). From hosts weighing more than 0.25 gm. the percentage of females of *P. turionellae* did not increase even though the host size was increased as much as four times.

TABLE I

Sex ratios, development times, and weights of *P. turionellae* when reared on species varying in weight

Host species	Average weight of host pupae (gm.) producing		Parasites obtained			Average development time, days		Average weight of food gm.*		Average parasite weight gm.	
	males	females	Total		males %	males	females	males	females	males	females
			males	females							
<i>Anagasta kühniella</i>	0.018	—	13	0	100	18	—	0.016	—	0.004	—
<i>Rhyacionia buoliana</i>	0.034	0.041	7	4	64	16	20	0.030	0.036	0.012	0.016
<i>Pyrausta nubilalis</i>	0.086	0.100	61	35	64	17	19	0.074	0.082	0.018	0.029
<i>Galleria mellonella</i>	0.113	0.114	65	84	44	19	21	0.091	0.094	0.022	0.030
<i>Pieris rapae</i> . . . .	0.152	0.162	13	18	42	20	23	0.133	0.136	0.021	0.027
<i>Trichoplusia ni</i> . . .	0.211	0.224	25	20	56	17	20	0.176	0.183	0.024	0.043
<i>Aglais milberti</i> . . .	0.254	0.255	3	14	18	19	22	0.228	0.224	0.031	0.040
<i>Malacosoma americanum</i> . . . . .	0.402	0.287	18	51	26	20	22	0.244	0.287	0.029	0.044
<i>Danaus plexippus</i>	1.010	1.099	6	18	25	22	26	0.615	0.851	0.036	0.076

(\*) Weight of parasitized pupa minus weight of empty pupal case.

In general the development time was longer in the largest than in the small and medium-sized hosts.

The weight of the parasites increased with that of the hosts. The heaviest males were approximately nine times as heavy as the lightest.



TABLE II

Sex ratio of *P. turionellae* according to weight of host

WEIGHT OF HOST GM.	PARASITES OBTAINED		
	Males	Females	Males %
0.00-0.03.....	23	3	88
0.04-0.07.....	40	31	56
0.08-0.11.....	51	52	50
0.12-0.15.....	26	35	43
0.16-0.19.....	26	25	51
0.20-0.23.....	22	28	44
0.24-0.27.....	8	28	22
0.28-0.55.....	9	24	27
0.66-1.45.....	6	18	25

### Discussion

As in the present investigation, CLAUSEN (1939) reported that in many cases a higher percentage of female parasites matured on larger than on smaller hosts. CHEWYREUV (1913), who studied several species of the arrhenotokous genus *Pimpla* that parasitize lepidopterous pupae, suggested that the female parasites regulated the sex of their offspring by controlling fertilization of the eggs before oviposition, and that they laid significantly more fertilized eggs on large hosts than on smaller ones. This theory was supported by BRUNSON (1938), who recorded that relatively more female progeny of *Tiphia popilliavora* ROH. (*Hymenoptera* : *Scoliidae*) were laid on third-instar larvae of the Japanese beetle, *Popillia japonica* NEWM., than on smaller, second-instar larvae. As only fertilized eggs produce females in arrhenotokous *Hymenoptera*, control of the sperm fertilizing the eggs as they pass down the oviduct and vagina would control sex. FLANDERS (1939) stated that stimulation of the spermatheca during oviposition by this group appears to be largely externally induced. He assumed that the ovipositing female is stimulated to a greater extent by a preferred host than by an unpreferred one; hence the spermatheca is stimulated to release sperm when eggs are being deposited in the former, so that female progeny are produced. Lack of this stimulation during oviposition on unpreferred hosts would result in the production of males. Large hosts presumably being preferred to small ones, this theory may partially explain the observed results, but it fails to explain why progeny with a sex ratio of approximately 1 : 1 are obtained on medium-sized hosts.

BERRY (1939) noted, during mass propagation of *P. turionellae* (= *Ephialtes turionellae* L.) for release, that relatively more females were produced from large hosts and relatively more males from

small hosts. He tried to link these results to the size of the female parent, but conducted no controlled experiments to demonstrate this point. The present result shows that size of the parasite female is not the only factor that affects the sex ratio of the progeny, because a large percentage of the parent females used had been reared from medium-sized hosts (*P. nubilalis* and *G. mellonella*) and were of similar size. However, it is possible that, in nature, parasite size might influence the sex ratio of the progeny indirectly if, for example, large females preferred the large host species on which they had developed, or, as observed by SALT (1940) with *Trichogramma evanescens* WESTW., if they rejected small host specimens that were readily parasitized by smaller females of the same species.

JACKSON (1937) concluded that, because males of *P. turionellae* were usually smaller than females, there was a differential mortality between the sexes: more males died in large hosts because they were unable to consume all the tissues before the latter decomposed and killed them, whereas more females died in the small hosts because there was insufficient food. This theory did not explain why JACKSON observed a large number of dead immature parasites in *P. rapae*, a medium-sized host. The present results do not support the theory of differential mortality. Two dead female parasite pupae were dissected from a large host (*D. plexippus*) and dead immature parasites were also found in *P. rapae*. It is concluded that the hosts containing dead parasites were not suitable for parasite development because they were too near the adult stage before parasite oviposition had occurred.

The reason why large hosts prolonged the parasite development period was not investigated. SALT (1940) recorded that maturation of *T. evanescens* was delayed in both a small host (*Sitotroga cerealella* OLIV.) and a large one (*Agrotis c-nigrum* L.) as compared with a third of medium size (*A. kühniella*), and suggested that the last species contained approximately the optimum quantity of food for the immature parasites, and therefore favoured rapid parasite development. In the present study both *G. mellonella* and *P. rapae* occasionally retarded parasite development. If the pupae of *P. rapae* entered diapause, this may have delayed maturation of the parasites; SALT (1940) recorded a similar retardation in development of *T. evanescens* on *G. mellonella*.

The direct relation between the size of the host and the size of both sexes of the parasite that develops on it has previously been observed with *P. turionellae* (= *Pimpla examinator* F.) by JACKSON (1937), and by other investigators with various parasite and host species. The reason larger parasites develop on large rather than small host species may, in some cases, be associated with nutritional differences between the hosts, but is related primarily to the quantity

of food available for the parasites. The latter was shown by SALT (1940), who recorded a direct relation between size of *T. evanescens* and that of the host (*S. cerealella*) on which it had developed.

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Geschlechter-Verhältnis von *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera : Ichneumonidae) — einem Parasiten vieler Lepidopteren-puppen — hängt von der Grösse des Wirtes ab, in welchem der Parasit sich entwickelt. In einem kleinen Wirt, wie *Anagasta kuhniella* (ZELL.) (Pyralidae), entwickeln sich nur die Männchen. In einem mittelgrossen Wirt, wie *Pyrausta nubilalis* (HBN.), *Galleria mellonella* (L.) (Pyralidae), *Pieris rapae* (L.) (Pieridae), und *Trichoplusia ni* (HBN.) (Noctuidae), entstehen Weibchen und Männchen in gleicher Zahl. In grossen Puppen von *Aglais milberti* LATR. (Nymphalidae), *Malacosoma americanum* (F.) (Lasiocampidae) und *Danaus plexippus* L. (Danaiidae) entwickeln sich mehr Weibchen. Im allgemeinen dauerte die Entwicklung in grösseren Puppen viel länger als in kleinen. Das Gewicht des Parasiten nimmt zu mit dem Gewicht des Wirtes. Die schwersten Männchen wiegen ungefähr neun Mal mehr als die leichtesten.

### ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to acknowledge the constructive criticism given by Dr. H.C. COPPEL and Dr. A. WILKES, the aid of Mr. J.E.H. MARTIN in some of the rearing, and the assistance of Dr. K. LEIUS in preparing the German summary.

### REFERENCES

- BERRY, P. A. — 1939. Biology and habits of *Ephialtes turionellae* (L.), a pupal parasite of the European pine shoot moth. — *J. Econ. Ent.*, **32**, 717-721.
- BRUNSON, M. H. — 1938. Influence of Japanese beetle instar on the sex and population of the parasite *Tiphia popillivora*. — *J. Agr. Res.*, **57**, 379-386.
- CHEWYREUV, IV. — 1913. Le rôle des femelles dans la détermination du sexe de leur descendance dans le groupe des Ichneumonides. — *Compt. rend. Soc. Biol.*, Paris, **74**, 695-699.
- CLAUSEN, C. P. — 1939. The effect of host size upon the sex ratio of hymenopterous parasites and its relation to methods of rearing and colonization. — *J. New York Ent. Soc.*, **47**, 1-9.
- FLANDERS, S. E. — 1939. Environmental control of sex in hymenopterous insects. — *Ann. Ent. Soc. America*, **32**, 11-26.
- JACKSON, D. J. — 1937. Host-selection in *Pimpla examinator* F. (Hymenoptera). — *Proc. Roy. Ent. Soc. London A*, **12**, 81-91.
- SALT, G. — 1940. Experimental studies in insect parasitism. VII. The effects of different hosts on the parasite *Trichogramma evanescens* WESTW. — *Proc. Roy. Ent. Soc. London A*, **15**, 81-95.

(Entomology Laboratory, Belleville, Ontario, Canada.)





*TRIOXYS SIMILIS* n. sp. (HYM. BRACONIDAE, APHIDIINAE),  
EINE NEUE BLATTLAUS-SCHLUPFWESPE AUS FRANKREICH

Nebst einigen biocönologischen und nomenklatorischen Bemerkungen (\*)

VON

MANFRED MACKAUER

---

Eine mir kürzlich von Herrn Dr. C. F. W. MUESEBECK, U. S. National Museum, Washington D. C., freundlicherweise zugeschickte Sendung europäischer Blattlaus-Schlupfwespen (*Hymenoptera* : *Braconidae*, *Aphidiinae*) enthielt eine grössere Serie einer noch unbekannten Spezies der Gattung *Trioxy*s HALIDAY 1833. Die vorliegenden Exemplare stammen aus Malmaison/Frankreich und wurden aus auf *Prunus persica* STOKES lebenden Blattläusen gezüchtet. Eine eindeutige Wirtsangabe liegt nicht vor, jedoch vermutet MUESEBECK (*in litt.*), dass es sich bei der als Wirtsblattlaus genannten « peach aphid » um *Myzus persicae* (SULZER 1776) handelt. Da diese Art als Vektor zahlreicher Pflanzenvirosen von grösster wirtschaftlicher Bedeutung ist, aber auch die meisten anderen der auf Pfirsich lebenden Aphiden zu Massenvermehrungen neigen und dann schwere Schäden anrichten, sei die neue *Trioxy*s-Art der weiteren Aufmerksamkeit empfohlen; insbesondere erscheint es wünschenswert, nähere Angaben über ihre Verbreitung und Wirtsbindung (« host specificity ») zu erhalten.

In die Beschreibung schliesse ich zwei weitere Exemplare ein, die ich durch das Entgegenkommen von Herrn Dr. Ch. FERRIÈRE aus der Sammlung des Museum d'Histoire naturelle, Genève, zur Untersuchung erhielt; auch für diese, in Serbien gesammelten Tiere, können keine genauen Wirtsangaben gemacht werden.

*Trioxy*s (*Trioxy*s) *similis* n. sp.

Nach der Bestimmungstabelle für die mittel-, west- und nordeuropäischen Arten der Gattung *Trioxy*s HALIDAY (vgl. MACKAUER 1959) führen die vorliegenden Exemplare zu *Trioxy*s *rietscheli* MACKAUER

(\*) 4. Beitrag zur Kenntnis der palaearktischen *Aphidiinae*.

1959. Die neue Art unterscheidet sich von dieser durch den auf der Oberseite glatten und bis zu den sekundären Höckerchen gleichmässig verbreiterten Petiolus und durch die in der Regel dichter behaarten Abdominalanhänge im weiblichen Geschlecht. Bei *rietscheli* und der Nachbarart *urticae* MACKAUER 1959 ist der Mittelteil des 1. Abdominalsegmentes in beiden Geschlechtern nahezu parallelseitig und nicht nach hinten verbreitert.

BESCHREIBUNG : ♀ — Kopf kastanienbraun bis schwarz, glänzend, deutlich breiter als der Thorax. Augenränder, Hinterhaupt und Scheitel mit einzelnen Haaren besetzt. Augen schwach aus der Wölbung des Kopfes hervortretend, kurz behaart. Clypeus braun, dicht beborstet. Mandibeln und Palpen gelblich weiss.

Fühler 11-gliedrig, etwa so lang wie Kopf, Thorax und Petiolus zusammen. Segment 1-3 gelblich braun, Segment 4 nur auf der Unterseite heller, alle folgenden dunkler braun bis braun-schwarz. Das Endglied ist ungefähr doppelt so lang und deutlich dicker als das vorhergehende Segment.

Thorax einfarbig kastanienbraun, glänzend. Mesonotum nur vorn mit deutlichen Parapsidalfurchen, vom Scutellum durch eine tiefe, glatte Antescutellargrube getrennt. Scutellum flach gewölbt, glatt, an den Seiten schwach gerandet und mit einzelnen langen Haaren besetzt. Metathorax (Mediansegment) mit einer deutlichen, unten offenen Area centralis, von welcher nach oben und aussen kleinere Längsrünzeln ausgehen.

Flügel weisslich hyalin, Adern und Stigma leicht bräunlich.

Abdomen kastanienbraun, glänzend. Petiolus gelblich braun, der hintere Rand gelb; Oberseite flach gewölbt, glatt, in der vorderen Hälfte mit einem erhabenen Wulst in der Mitte, der nur manchmal durch einen schwach ausgeprägten Mittelkiel ersetzt ist; die wenig hervortretenden Stigmen liegen etwas vor der Mitte des Segmentes, von hier bis zu den sekundären Höckerchen deutlich verbreitert; Petiolus-Breite an den Stigmen geringer als der Abstand zwischen primären und sekundären Höckerchen (Fig. 1). Vorderrand von Segment 2 gelblich braun, die restlichen Segmente kastanienbraun. Abdominalanhänge und Valvulae heller oder dunkler braun; Basalteil der Valvulae allmählich in den distalen Abschnitt übergehend; Abdominalanhänge zur Spitze leicht aufgebogen, auf der Oberseite mit 5-6 Haaren und 2 einfach zugespitzten Enddornen, in der Regel ringsum dichter behaart (Fig. 3 a, b).

Beine gelblich braun; Schenkel und Schienen der beiden letzten Beinpaare und die Tarsalspitzen kastanienbraun.

Grösse : 1,5-1,8 mm; Fühlerlänge : 0,8-0,9 mm.

♂ — in der Färbung dem Weibchen entsprechend, jedoch etwas dunkler. Fühler 13-gliedrig, etwa bis zur Abdomenmitte reichend;

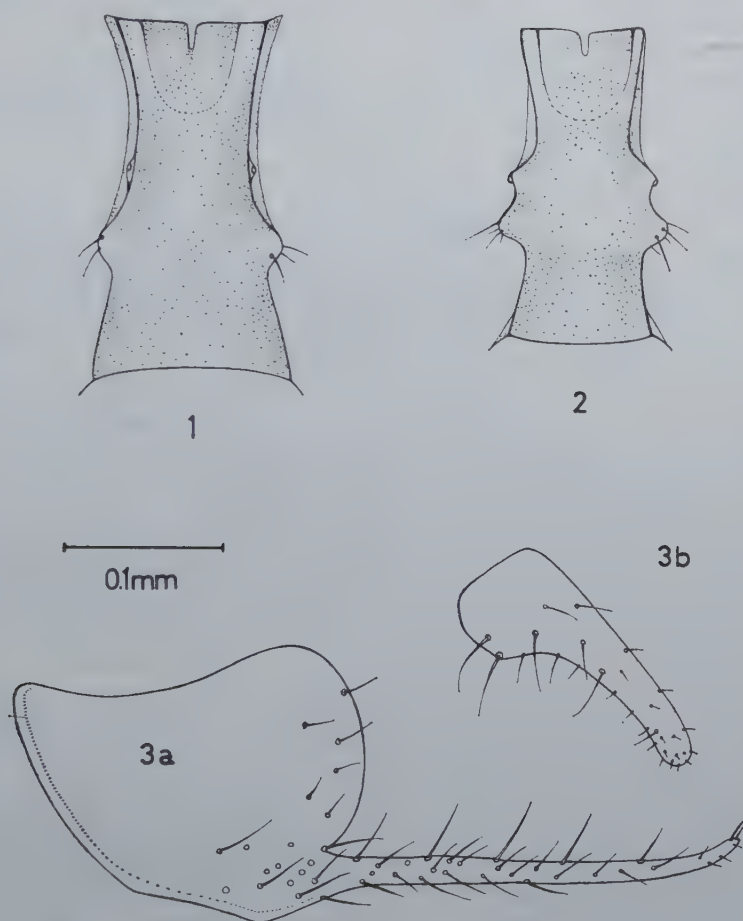


FIG. 1-3 : *Trioxys (Trioxys) similis* n. sp. : Petiolus des Weibchens (1), Petiolus des Männchens (2), Abdominalanhang (3 a) und Valvula (3 b) des Weibchens.

des Endglied weder länger noch dicker als das vorhergehende Fühlersegment. Metathorax lang behaart und mit einer unten offenen Area centralis. Petiolus gelblich braun, in der Mitte dunkler; Oberseite flach gewölbt, glänzend; die sekundären Höckerchen deutlich hervorstehend, dahinter eingeschnürt und mit parallelen Seiten; der Abstand zwischen primären und sekundären Höckerchen ist merklich geringer als die Petiolus-Breite an den Stigmen (Fig. 2).

Grösse : 1,2-1,6 mm; Fühlerlänge : 0,9-1,3 mm.

HOLOTYPE : ♀, Rueil-Malmaison, Frankreich, 27.VI.1952, leg.

H. L. PARKER. — U. S. Nat. Mus., Washington, Nr. 64.654.

ALLOTYPE : ♂ (gleicher Fundort und Datum). — U. S. Nat. Mus.

PARATYPOIDE : 12 ♀♀, 9 ♂♂ (gleicher Fundort und Datum). — U. S. Nat. Mus. und Coll. Mackauer.

LOCUS TYPICUS : Rueil-Malmaison, Frankreich.

HAB. TYP. : « peach aphid » (?*Myzus persicae* (SULZER 1776), lt. MUESEBECK, *in litt.*).

VERBREITUNG : Frankreich, Serbien.

MATERIAL : 6 ♀♀, 6 ♂♂, Rueil-Malmaison, 27.VI.1952, ex « peach aphid », leg. H. L. PARKER (5371-52-9978). — U.S.Nat.Mus. und Coll. Mackauer.

6 ♀♀, 3 ♂♂, Rueil-Malmaison, 27.VI.1952, ex « peach aphid », leg. H. L. PARKER (5384-52-9978). — U.S.Nat.Mus. und Coll. Mackauer.

1 ♀, 1 ♂, Belgrad, Serbien, ex « pucerons », leg. VOUKASSOVITCH. — Coll. Ferrière, Mus. Genève.

Die neue Spezies *Trioxyis similis* n. sp. ist nach der Form des Petiolus und des weiblichen Genitalapparates in die Artengruppe um *Trioxyis angelicae* (HALIDAY 1833) einzuordnen. Es gehören weiter hierher die Arten *Trioxyis rietscheli* MACKAUER 1959 und *urticae* MACKAUER 1959, sowie die von QUILIS PÉREZ (1931) beschriebenen spanischen Arten *Trioxyis fumariae* und *granatensis*. Inwieweit auch *Trioxyis boscai* QUILIS 1931 und die amerikanische Art *Trioxyis carolinensis* SMITH 1944 hier angeschlossen werden können, bleibt vorerst noch fraglich.

Von den genannten Arten ist *Trioxyis angelicae* HAL. ein spezifischer Parasit der « schwarzen Blattläuse »; ich habe diese Spezies aus zahlreichen Kolonien von *Aphis fabae* SCOP. 1763 s. s. und s. l., *Aphis hederæ* KALT. 1843, *Aphis sambuci* L. 1758, aber auch aus *Aphis pomi* DE GEER 1773 (\*) (vgl. MACKAUER 1959) erhalten. Demgegenüber stammt die typische Serie von *Trioxyis rietscheli* MACKAUER aus einer Kolonie von *Aphis nasturtii* KALT. 1843, konnte weiter aber auch aus Populationen von *Aphis farinosa* GMELIN 1790 und *Aphis urticae* GMELIN 1788 gezüchtet werden. Diese letzteren Exemplare weichen morphologisch im Bau des Petiolus geringfügig von typischen Stücken ab, jedoch ohne dass dadurch eine Abgrenzung berechtigt erscheint. Da auch *Trioxyis boscai* QUILIS (aus « schwarzen Blattläusen » auf *Anthyllis cytisoides* L.) und *Trioxyis carolinensis* SMITH (aus *Aphis* sp.) den gleichen Wirkkreis besitzen, können hieraus gewisse Folgerungen bezüglich der phylogenetischen Differenzierung einzelner Arten und ihrer fortschreitenden Spezialisierung auf bestimmte Wirtsblattläuse gezogen werden. Inwieweit für die Blattlaus-Parasiten der gleiche Entwicklungsgang zutrifft, den BÖRNER (1939) und MÜLLER (1957) für ihre Wirte annehmen, d. h. eine Entstehung monophager Arten durch eine fortlaufende Spezialisierung aus ursprünglich polyphagen

(\*) Die aus *Aphis pomi* DE GEER gezogenen Parasiten wurden als eigene Art *Trioxyis placidus* GAUTIER 1922 beschrieben, sind morphologisch aber in keiner Weise von *Trioxyis angelicae* (HAL.) zu unterscheiden.



Stammformen, bleibt vorläufig noch dahingestellt. Eine strenge Monophagie konnte bei parasitischen Hymenopteren nur in relativ wenigen Fällen nachgewiesen werden und dürfte im grossen ganzen auch wenig « zweckmässig » sein. Entgegen den Angaben von FULMEK (1957), der nicht weniger als 49 Aphidiinen als « Uniparasiten » aufzählt, nehme ich an, dass die meisten Arten mehr oder weniger oligophag sind und sich ihr Wirkkreis primär auf eine kleine Zahl nahe verwandter Blattlaus-Arten und Gattungen erstreckt.

Die Fassung des Artbegriffes allein nach morphologischen Kriterien erweist sich bei Parasiten oft als unzureichend. Es ist eines der wichtigsten Probleme der biologischen Schädlingsbekämpfung, nähere Aufschlüsse über die Bedeutung und über die genetische Fixierung ökologischer Rassen zu erhalten. Diese Stämme sind durch ihre spezifische Wirtsbindung oder « host preference » unterschieden und können entweder überhaupt nicht oder nur durch mehr oder weniger lange Zucht-Passagen auf einen neuen, sogenannten Sekundärwirt übertragen werden, wobei nicht selten ein Rückgang in der Fertilität zu verzeichnen ist. Eine derartige bionomische Rasse ist mit grösster Wahrscheinlichkeit *Trioxys placidus* GAUTIER, aber auch innerhalb der Artengruppe *Trioxys pallidus* HAL., *Praon volucre* HAL. usw. sind verschiedene « host strains » zu vermuten. Es dürfte sich deshalb als wertvoll erweisen, auch in diesem Rahmen den Begriff von bionomischer Rasse oder physiologischer Subspezies einzuführen. Beide erlauben es, morphologisch nicht unterscheidbare Stämme einer Art aufgrund ihrer besonderen « host specificity » zu charakterisieren und abzugrenzen. Eine Erweiterung der Taxa wird dadurch nicht notwendig. Es würde vielmehr genügen, die entsprechenden Angaben als nähere Erläuterungen zum Artnamen anzuhängen, wie es in der Mikrobiologie zur Unterscheidung der einzelnen Zuchtstämme seit langem üblich ist.

\* \* \*

Entsprechend den Internationalen Regeln der zoologischen Nomenklatur (IRZN) ändere ich folgende, durch objektive Homonymie ungültige Namen um :

*Aphidius constrictus* BENOIT 1955 = *Aphidius benoitii* n. n.

Der Name *constrictus* ist innerhalb der Gattung *Aphidius* NEES 1818 vergeben, und zwar von NEES AB ESENBECK (1811) für die Art *Bracon constrictus* NEES (*Berl. Mag.*, 5, 28, Taf. II., Fig. 8), die er später selbst in die Gattung *Aphidius* einreihete (*Mon. Ichn. aff.*, 1, 20). Auf die gleiche Diagnose bezog sich HALIDAY (1834) bei der Beschreibung einer *Aphidius*-Art « Habitat in Aphidibus *Aceris Pseudoplatani* ». Da sich die von NEES und HALIDAY gegebenen Beschreibungen auf zwei verschiedene Spezies beziehen, führte MARSHALL (1891) für das demnach

unbenannte HALIDAY'sche Material den Namen *Aphidius pseudo-platani* MARSHALL ein. *Aphidius constrictus* NEES 1811 ist nomenklatorisch valid, *Aphidius constrictus* BENOIT 1955 als objektives Homonym illegitim. Als Ersatznamen für die aus Belgisch Congo beschriebene Spezies schlage ich den Namen *Aphidius benoiti* n. n. vor.

† *Trioxys obscuriformis* QUILIS 1940 = † *Trioxys fossilis* n. n.

Die IRZN gelten sowohl im Bereich der Paläo- als auch der Neozoologie (RICHTER 1948, p. 23). Aus diesem Grunde ist † *Trioxys obscuriformis* QUILIS 1940 als objektives Homonym zu dem älteren *Trioxys obscuriformis* QUILIS 1931 ungültig. Ich schlage als neue Bezeichnung für die von QUILIS PÉREZ (1940) beschriebene Art den Namen † *Trioxys fossilis* n. n. vor.

### SUMMARY

In the present paper the author describes the new species *Trioxys (Trioxys) similis* n. sp. (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae), which has been reared in France from the peach aphid, presumably *Myzus persicae* (SULZER 1776). Considering the fact that this aphid is a world wide distributed pest causing heavy damages by transmission of numerous plant viruses, attention is drawn to use this braconid parasite as a limiting factor in biological control. *Trioxys similis* n. sp. belongs to the group of species " *Trioxys angelicae* (HAL. 1833) s. l. ", the biology and taxonomy of which is briefly discussed. The existence of various strains of one parasite species, differing only in their host range or host preference is a major problem both of applied entomology and of insect taxonomy. It is suggested to name these morphologically indistinguishable forms according to terms used in microbiological nomenclature.

Finally, the following names have been changed as being homonyms, and new names are proposed instead of them: *Aphidius constrictus* BENOIT 1955 = *Aphidius benoiti* n. n., † *Trioxys obscuriformis* QUILIS 1940 = † *Trioxys fossilis* n. n.

### LITERATUR

- BENOIT, P. L. G. — 1955. Contributions à l'étude de la faune entomologique du Ruanda-Urundi (Mission P. BASILEWSKY 1953). Première Partie XXXIX. Hymenoptera Aphidiidae. — Ann. Mus. R. Congo Belge, Tervuren. Sér. 8, Sci. zool., **36**, 347-351.
- BÖRNER, C. — 1939. Anfälligkeit, Resistenz und Immunität der Reben gegen Reblaus. Allgemeine Gesichtspunkte zur Frage der Spezialisierung von Parasiten: die harmonische Beschränkung des Lebensraumes. — Z. hyg. Zool. Schädlingsbek., **31**, 274-285, 301-308, 325-334.
- FULMEK, L. — 1957. Insekten als Blattlausfeinde. Kritisch-statistische Sichtung. — Ann. naturh. Mus., Wien, **61**, 110-227.
- HALIDAY, A. H. — 1834. Essay on the classification of parasitic Hymenoptera, & c. — Ent. Mag., London, **2**, 93-106.
- MACKAUER, M. — 1959. Die mittel-, west- und nordeuropäischen Arten der Gattung *Trioxys* HALIDAY (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). Eine monographische Revision. — Beitr. z. Ent., **9**, 144-179.
- MARSHALL, T. A. — 1891. Braconides. In: E. ANDRÉ, Spécies des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. Vol. 5. — Gray 1891, 635 p., 20 Taf.
- MÜLLER, F. P. — 1957. Die Futterpflanzen in der Blattlaus-Systematik (Hom. Aphididae). — Bericht 100-jährfeier Dtsch. Ent. Ges., Berlin 1956, Berlin 1957, 93-99.

- NEES AB ESENBECK, C. G. — 1811. Ichneumonides adsciti in genera et familias divisi. — *Mag. Ges. naturf. Freunde zu Berlin*, **5**, 3-37.  
— 1834. Monographiae Hymenopterorum Ichneumonibus affinium, genera europaea et species illustrantes. Vol. 1. — Stuttgart u. Tübingen 1834, XII + 320 p.  
QUILIS PÉREZ, M. — 1931. Especies nuevas de Aphidiidae españoles (Hym. Brac.). — *Eos*, **7**, 25-84.  
— 1940. Los Aphidiidae fósiles de Wittenheim (Haut-Rhin, Francia) (Hym. Brac.). — *Eos*, **14**, 23-61.  
RICHTER, R. — 1948. Einführung in die Zoologische Nomenklatur. — 2. Aufl., Frankfurt a. Main 1948, 252 p.

(Zoologisches Institut der Universität Frankfurt am Main.)





# SUR LE MODE D'INFECTION DE LA VIROSE INTESTINALE DE *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF.

par

C. VAGO (\*)

---

Une maladie à virus décrite antérieurement (VAGO, 1958) est à l'heure actuelle employée en France pour les opérations de lutte biologique à très large échelle contre *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (BILIOTTI, GRISON, VAGO, 1956; GRISON, MAURY, VAGO, 1959). Celles-ci sont destinées à constituer non seulement un prototype de traitement avec une virose cytoplasmique mais également un foyer d'observations épizootologiques et écologiques.

Afin de pouvoir interpréter les résultats des observations dans ces domaines, il était du plus grand intérêt de connaître les modalités selon lesquelles se produit l'infection déclenchée par ces polyèdres, problème d'ailleurs très peu éclairci même en pathologie comparée.

Il s'agissait de suivre le sort des corps d'inclusion provenant de larves mortes de la virose, à partir du moment où une larve saine de *Thaumetopoea* les ingère. En faisant absorber par des chenilles au quatrième âge une goutte de suspension très concentrée de polyèdres, nous avons retrouvé ces corps dans l'œsophage et même dans la partie antérieure du méso-intestin pendant 5 à 8 minutes. Les prélèvements plus tardifs ne révèlent que de rares corps dans le méso-intestin antérieur et accidentellement ou pas du tout dans la partie postérieure, ce qui montre que le début de l'infection consiste en la perte rapide de l'intégrité des polyèdres au cours de leur passage dans le tube digestif.

Certains détails de ce processus apparaissent *in vitro* au contraste de phase si l'on met en contact sur une lame concave, des polyèdres desséchés avec une goutte pendante de suc intestinal (VAGO, CROISSANT, LÉPINE, 1959). En effet, la disparition des polyèdres consiste en une désintégration progressive nullement comparable aux éclatements que nous avons observés (VAGO, CROISSANT, 1959) dans le processus d'infection avec virus intranucléaires. Le polyèdre cytoplasmique paraît acquérir une structure de moins en moins ferme, il s'étale et souvent

(\*) Avec la collaboration technique de Mlle F. DELAHAYE.

des fragments se détachent. Le processus se termine par la dissolution de ces fragments et par leur disparition dans l'hémolymphe. L'ensemble de ces transformations se déroule pendant des temps variant d'un polyèdre à l'autre entre 5 à 20 minutes.

Les transformations internes du corps d'inclusion ont été suivies au microscope électronique Philips en faisant agir du suc intestinal sur des polyèdres déposés sur pellicules de formvar. Afin de saisir les phases intermédiaires de désagrégation, nous avons cherché dans certains cas à ralentir le processus par dilution du suc intestinal à l'eau distillée.

La forme polyédrique s'efface dès le début de l'effet du suc et une structure spongieuse apparaît (fig. 1). Celle-ci est due à la sensibilité hétérogène vis-à-vis du suc, des éléments constituant le polyèdre. Au cours de l'étalement lié à ce changement de structure de nombreux éléments plus ou moins arrondis se dégagent dans la masse (fig. 2, 3). Leurs dimensions sont très variables, allant de 50 à 110 m $\mu$ .

La forme et les dimensions de la majorité de ces éléments cocci-formes (50-70 m $\mu$ ) sont comparables à ce que l'on tend à considérer d'après les essais d'infection et l'examen des corps purifiés comme les virus libérés des polyèdres cytoplasmiques (SMITH, WYCKOFF, 1951; BIRD, WAHLEN, 1954; SMITH, 1958; VAGO, CROISSANT, LÉPINE, 1959).

Toutefois, il semble que leur séparation de la protéine du polyèdre se produit difficilement, en tout cas moins nettement que dans le cas des polyèdres intranucléaires (VAGO, CROISSANT, 1959) et qu'une désagrégation progressive d'unités commençant souvent par de grosses masses de plus de 150 m $\mu$  est à envisager. Un fractionnement plus poussé paraît aussi se produire suggérant une nature composée des corpuseules car on retrouve des éléments libérés à dimensions très réduites (env. 20 m $\mu$ ) autour des fragments dissous.

Au point de vue étude de la pathogénèse, nous retenons avant tout comme conséquence de la désintégration des polyèdres cytoplasmiques dans le tube digestif, l'apparition d'éléments semblables à ceux décelés à l'intérieur des cellules intestinales plusieurs jours après le déroulement du processus qui vient d'être décrit. L'étude de cette deuxième phase de l'infection sera relatée ailleurs.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das erste Stadium der Darminfektion der *Th. pityocampa*-Raupen durch cytoplasmatische Polyeder wird in vitro studiert und der Abbau dieser Einschlusskörper in mehrere Stufen von Kokkenartigen Gebilden gezeigt.

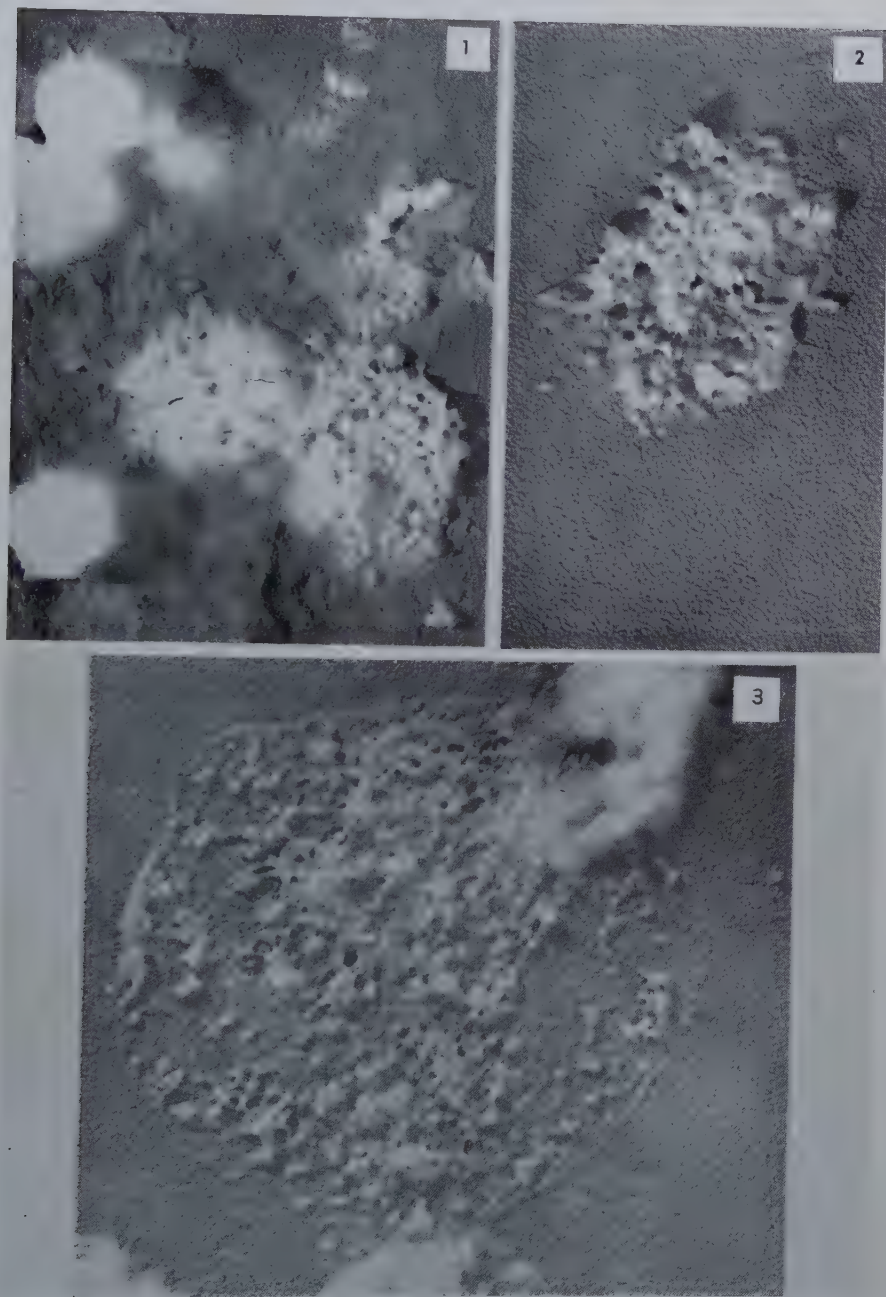


FIG. 1, 2, 3. — Stades de désintégration des corps d'inclusion cytoplasmiques de *Th. pityocampa* dans le suc intestinal.

(Mier. électr. Philips 1/14 000.)

## BIBLIOGRAPHIE

- BILIOTTI, E., P. GRISON & C. VAGO. — 1956. Essai d'utilisation des polyèdres isolés de la Processionnaire du pin comme méthode de lutte biologique contre cet insecte. — *C. R. Acad. Sci.*, **243**, 206-208.
- BIRD, F. T. & M. M. WHALEN. — 1954. Anuclear and a cytoplasmic polyhedral virus disease of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (CLEM.). — *Can. J. Zool.*, **32**, 82-86.
- GRISON, P., R. MAURY & C. VAGO. — 1959. La lutte contre la Processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF dans le massif du Ventoux. Essai d'utilisation pratique d'un virus spécifique. — *Rev. Forest. Française*, **5**, 353-370.
- SMITH, K. M. — 1958. The Morphology and Crystallization of Insect cytoplasmic Viruses. — *Virology*, **5**, 168-171.
- SMITH, K. M. & R. W. G. WYCKOFF. — 1951. Electron microscopy of Insect viruses. — *Research*, **4**, 148-155.
- VAGO, C. — 1958. Virose intestinale chez la Processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. (*Lepidoptera*). — *Entomophaga*, **3**, 35-37.
- VAGO, C. & O. CROISSANT. — 1959. Recherches sur la pathogenèse des viroses d'Insectes. La libération des virus dans le tube digestif de l'Insecte à partir des corps d'inclusion ingérés. — *Ann. Epiphyties*, **1**, 5-18.
- VAGO, C., O. CROISSANT & P. LÉPINE. — 1959. Processus de l'infection à virus à partir des corps d'inclusion de « polyèdre cytoplasmique » ingérés par le Lépidoptère sensible. — *Mikroskopie*, **14**, 36-40.
- VAGO, C. & L. VASILJEVIĆ. — 1958. Polyédrie cytoplasmique chez l'Écaille fileuse (*Hyphantria cunea* DRURY, *Lep. Arctiidae*). — *Entomophaga*, **3**, 197-198.

(I.N.R.A., Laboratoire de Cytopathologie. Saint-Christol, Gard  
et Institut Pasteur, Service des Virus, Paris).



## DOCUMENTATION

---

### BIBLIOGRAPHIE ÜBER BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LA LUTTE BIOLOGIQUE BIBLIOGRAPHY OF BIOLOGICAL CONTROL

---

#### IV

(zusammengestellt von J. FRANZ)

Im Rahmen der Arbeiten der Internationalen Kommission für Biologische Bekämpfung (C.I.L.B.) wird hier die vierte Liste der Publikationen veröffentlicht, die sich mit den Grundlagen und der Anwendung der Methoden der biologischen Bekämpfung von Arthropoden und Unkräutern befassen. Diese Serie versucht, alle seit 1955 erschienenen Arbeiten zu erfassen (Teil I : *Entomophaga* 1, 107-112, 1956; Teil II : *ibid.* 2, 293-311, 1957; Teil III : *ibid.*, 3, 333-364, 1958).

Die Gruppierung der Arbeiten war im Vorwort zu Teil III erläutert worden und gilt, wie die übrigen Bemerkungen auch für diesen Teil. Die Transliteration kyrillischer Buchstaben erfolgt wieder nach dem international anerkannten kontinentalen System. Kritische Hinweise, Ergänzungen und Separate sind weiterhin im Interesse einer ständigen Verbesserung dieser Bibliographie erwünscht (1).

\* \*

Herewith, the fourth list of references is published as part of the work of the C.I.L.B. dealing with fundamentals and application of biological control methods against arthropods and weeds. This series attempts to comprise all publications issued in and after 1955 (Part I : *Entomophaga* 1, 107-112, 1956; Part II : *ibid.* 2, 293-311, 1957; Part III : *ibid.* 3, 333-364, 1958).

The grouping of references has been explained in the preface of part III and applies also, as do the other remarks, to this part. The transliteration of Cyrillic letters is again prepared in accordance with

(1) Adresse des Verfassers : Dr. J. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61.

the international accepted continental system. Criticism, supplements, and reprints will be appreciated in order to improve this bibliography permanently (1).

\* \* \*

Dans le cadre des travaux de la Commission internationale de lutte biologique (C.I.L.B.), la quatrième liste de publications concernant les bases et les applications des méthodes de lutte biologique contre les insectes et autres arthropodes et les mauvaises herbes est présentée ici. Cette série tente de rassembler tous les articles parus depuis 1955. (Partie I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956; Partie II : *ibid.*, 2, 293-311, 1957; Partie III : *ibid.*, 3, 333-364, 1958.)

Le regroupement des travaux exposé dans la préface de la Partie III, est toujours en valeur; les autres remarques s'appliquent aussi pour cette partie. La transcription des caractères cyrilliques est de nouveau faite en accord avec le système continental accepté internationalement. Critiques, suppléments et tirés à part sont toujours désirés pour améliorer constamment cette bibliographie (1).

# 1. ALLGEMEINE ARBEITEN ÜBER DAS GESAMTGEBIET

## 1. TRAVAUX GÉNÉRAUX

### 1. GENERAL PAPERS

- ANDREWARTHA, H. G. — 1959. Density-dependent factors in ecology. — *Nature*, **183**, 200.
- BAIRD, A. B. — 1958. Biological control of insect and plant pests in Canada. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 483-485.
- BOETTGER, C. R. — 1958. On biological pest control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 875-878.
- 1959. Gedanken zur biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Ztschr. angew. Zool.*, **46**, 1-9.
- CLAUSEN, C. P. — 1958. Biological control of insect pests. — *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 291-310.
- 1958. The biological control of insect pests in the continental United States. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 443-447.
- COLE, LAMONT C. — 1958. Population fluctuations. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 639-647.
- GRAMER, H. H. — 1958. Über den Begriff « Waldhygiene ». — *Allg. Forstztschr.*, **13** (22), 320-321.
- DAVIS, C. J. — 1958. Recent introductions for biological control in Hawaii III. — *Proc. Ent. Soc. Hawaii*, **16** (3), 356-358.
- DELUCCHI, V. L. — 1958. Biological control methods (Rearing and shipping methods). — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 891-894.

(1) Address of the author: Dr. J. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61.

- DRENSKI, P. — 1956. Biological control of insect pests. — *Priroda*, Sofia, **5** (6), 56-59. (Orig. bulgarisch).
- FERRARO, A. — 1957. Biological control. — *Agric. napoletana*, **24** (11), 29. (Orig. italienisch).
- FLESCNER, CH. A. — 1959. Biological control of insect pests. (Insect pests are economically controlled through the utilization of their natural enemies). — *Science*, Lancaster, **129**, 537-544.
- FRANZ, J. M. — 1958. Biological control in Germany. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 461-464.  
— 1958. Biologische Schädlingsbekämpfung in deutschen Wald. — *Unser Wald*, 339-340.
- GARDNER, T. R. — 1958. Biological control of insect and plant pests in the Trust Territory and Guam. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 465-469.
- GREENBERG, A. — 1957. Biological war against pests in Israel. — *Hassadeh*, **38** (3), 295-299. (Orig. hebräisch).
- GRISON, P. — 1958. Organisation de la lutte biologique en France et résultats obtenus dans l'utilisation des agents pathogènes. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 675-679.
- GYÖRFI, J. — 1956. Probleme der biologischen Bekämpfung. — *Erdömer. föiskola Közlem.*, (2), 73-80. (Orig. ungarisch).
- HUFFAKER, C. B. — 1958. The concept of balance in nature. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 625-636.
- JAHN, E. — 1958. Fragen zur chemischen und biologischen Forstschädlingsbekämpfung bzw. bioökologischen Regelung. — *Allg. Forstztg.*, **69** (9-10).
- JANISCH, E. — 1959. Populationsanalyse bei Schadinsekten. — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 371-386.
- JOHNSTON, C. J. R. — 1957. Biological control. — *Austral. Dried Fruit News*, **42** (4), 50-51.
- KOTTE, W. — 1957. Sinn, Wert und Grenzen der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Dtsch. Gartenbauwirtschaft*, **5**, 232-235.  
— 1958. Sinn, Wert und Grenzen der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Fachberater f. d. Dtsch. Kleingartenwesen*, **8** (27), 25-30.
- KRUEL, W. — 1958. Anwendung und Ergebnisse biologischer Bekämpfungsmassnahmen gegen forstliche Insekten in der Sowjetunion. — *Verh. dtsch. Ges. angew. Ent.*, **14. Mitgl. vers. (Göttingen 1957), 28-36.**
- KUENEN, D. J. — 1958. Some sources of misunderstanding in the theories of regulation of animal number. — *Arch. Neerland. Zool.*, **13**, 335-341.
- MORETON, B. D. — 1958. Beneficial insects. — *Minist. Agric., Fish, and Food, Bull.* No 20, 49 p., London.
- MÜLLER, W. — 1957. Hat die biologische Schädlingsbekämpfung eine Bedeutung. — *Dtsch. Gärtnerpost*, **9** (46), 4.
- RIVERO, J. M. DEL. — 1958. Conocimientos actuales sobre la lucha biológica. — *Agricultura*, Madrid, **27** (312), 178-183.  
— 1958. Aspectos actuales de la lucha biológica. — *Bol. Inst. nac. Investig. agron.*, Madrid, **18**, 237-246.
- RUBCOV, I. A. — 1958. Fragen biologischer Bekämpfung von Insekten. *J. Acad. Sci. USSR*, (12), 61-63. (Orig. russisch).  
— 1959. First international conference for insect pathology and biological control in Prague, 13-18. August 1958. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **38**, 262-264. (Orig. russisch).
- RUPPERTSHOFFEN, H. — 1958. Erfahrungen über einen kombinierten biologischen Forstschutz durch die Kleine Rote Waldameise, waldbritende Vögel, Fledermäuse und Waldspinnen. — *Waldhygiene*, **2**, 252-257.
- RUSSO, G. — 1958. Problemi italiani di lotta biologica dei fitofagi. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri » Portici*, **16**, 141-147.
- SANDNER, H. — 1958. Biological control in Poland. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 471-474.

- SCHWERDTFEGER, F. — 1958. Is the density of animal populations regulated by mechanisms or by chance? — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 115-122.
- SIMMONDS, F. J. — 1958. Recent work on biological control in the British West Indies. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956) **4**, 475-478.
- STROUHAL, H. — 1958. Chemische oder biologische Bekämpfung. — *Prakt. Schäd.-bekämpfer*, **10**, 129-131.
- SWEETMAN, H. L. — 1958. The principles of biological control. — Interrelation of hosts and pests and utilization in regulation of animal and plant populations. — *Wm. C. Brown Comp.*, Dubuque, Iowa, 560 pp.
- 1958. Successful biological control against animals. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 449-459.
- TELENGA, N. A. — 1958. Biologische Schädlingsbekämpfung an den landwirtschaftlichen Kulturen und Forstpflanzen in der UdSSR. — *IX. Int. Konf. Quarantäne, Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* (Moskau 1958) 17 pp.
- THOMPSON, W. R. — 1958. Biological control in some Commonwealth countries. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 479-482.
- VARLEY, G. C. & A. J. NICHOLSON. — 1959. Density-dependent factors in ecology. — *Nature*, London, **183**, 911-912.
- VIKTOROV, G. A. — 1955. Ursachen der Insektenmassenvermehrung. — *Zool. Ž.* **34**, 259-266. (Orig. russisch).
- VOÛTE, A. D. — 1958. Biological control of insects. — *TNO-Nieuws*, **13** (5), 206-208. (Orig. holländisch).
- 1958. On the regulation of insect populations. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 109-114.
- WATANABE, C. — 1958. Review of biological control of insect pests in Japan. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 515-517.
- WATT, K. E. F. — 1959. A mathematical model for the effect of densities of attacked and attacking species on the number attacked. — *Canad. Entomologist*, **91**, 129-144.
- WICAKOWSKI, S. — 1958. Possibility of biological control of pest insects in Poland. — *Sylwan*, **102** (2), 36-52. (Orig. polnisch).
- WILLE, J. E. — 1958. El control biológico de los insectos agrícolas en el Perú. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956) **4**, 519-523.
- WOLCOTT, G. N. — 1958. The evanescens of perfect biological control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 511-513.

## 2. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN.

## 2. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES.

## 2. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS.

- ALAM, S. M. — 1959. The life-history in the field and the anatomy of fully-grown larva of *Doliphoceras pseudococci* ALAM, an endoparasite of *Pseudococcus newsteadii* GREEN (Hymenoptera : Encyrtidae & Hemiptera : Coccidae). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 189-196.
- ALLEN, H. W. — 1958. The biology of *Apanteles medicaginis* Muesebeck (Hymenoptera : Braconidae). — *Hilgardia*, Berkeley, **27**, 515-541.
- 1958. Evidence of adaptive races among Oriental fruit moth parasites. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 743-749.
- ALLEN, H. W. & R. F. SMITH. — 1958. Some factors influencing the efficiency of *Apanteles medicaginis* MUESEBECK (Hymenoptera : Braconidae) as a parasite of the alfalfa caterpillar, *Colias philodice eurytheme* BOISDUVAL. — *Hilgardia*, Berkeley, **28**, 1-42.



- ANDERSON, N. H. & C. V. G. MORGAN. — 1958. The role of *Typhlodromus* spp. (*Acarina* : *Phytoseiidae*) in British Columbia apple orchards. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 659-665.
- ARTHUR, A. P. — 1958. Development, behaviour, and descriptions of immature stages of *Spilochalcis side* (WALK.) (*Hymenoptera* : *Chalcididae*). — *Canad. Entomologist*, **90**, 590-595.
- ASSEM, J. VAN DEN & D. J. KUENEN. — 1958. Host finding of *Choetospila elegans* WESTW. (*Hym. Chalcid.*), a parasite of *Sitophilus granarius* L. — *Ent. exp., appl.*, Amsterdam, **1**, 174-180.
- ATWAL, A. S. — 1958. The seasonal activity and oviposition behaviour of two parasites of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (CURT.) (*Tineidae* : *Lepidoptera*). — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 889.
- AUBERT, J.-F. — 1959. Biologie de quelques Ichneumonides *Pimplinae* et examen critique de la théorie de DZIERZON. — *Entomophaga*, **4**, 75-188.
- AYRE, G. L. — 1958. Some meteorological factors affecting the foraging of *Formica subnitens* CREIGHTON (*Hymenoptera*, *Formicidae*). — *Ins. sociaux*, **5**, 147-157.
- AZEVEDO E SILVA, F. — 1959. Biologische Bekämpfung von Forstinsekten in Portugal. *Estud. Informac. Direcc. ger. Serv. florest. aquic.* (Lisboa), H 3 (106), 15 pp. (Orig. portugiesisch).
- BAKER, W. A. — 1958. Parasites of the European corn borer in the United States. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 487-492.
- BALTENSWEILER, W. — 1958. Zur Kenntnis der Parasiten des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* HÜBNER) im Oberengadin. — *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Vers. wesen*, **34**, 399-478.
- BAUMERT, D. & A. BEHRISCH. — 1957. Kontrollierte Zucht einheimischer Strepsipteren an Homopteren. — *Ztschr. Parasitenkunde*, **17** (6), 430-436.
- BEDFORD, E. C. G. — 1956. The automatic collection of mass-reared parasites into consignment boxes, using two light sources. — *J. ent. Soc. S. Afr.*, **19**, 342-353.
- BEINGOLEA, G. O. — 1957. El sembrío del maíz y la fauna benefica del algodónero. — *Lima Estac. Expt. Agric. de la Molina, Informe* 104, 19 pp.
- 1957. Una evaluación aproximada de la eficiencia de los enemigos biológicos de *Pseudococcus citri* RISSO, en algodónero. — *Lima Estac. Expt. Agric. de la Molina, Informe Mens.*, **31** (359), 23-25.
- BENASSY, C. — 1958. Étude bio-écologique de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. et de son parasite spécifique *Prospaltella berlese* HOWARD, en France. — *Ann. Epiphyties*, Paris, Ser. C, **9** (4), 425-496.
- BENASSY, C. — 1958. Modalités du parasitisme chez *Thomsonisca typica* MERCET (*Hymenoptera*, *Chalcidoidea*, *Encyrtidae*). — *Compte rendu Acad. Sci.*, Paris, **247**, 1899-1901.
- BERKER, J. — 1958. Die natürlichen Feinde der Tetranychiden. — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 115-172.
- BILIOTTI, E. — 1955. Vie endoparasitaire et diapause chez *Phryxe secunda* BB. — *Compte rendu Acad. Sci.*, Paris, **240**, 915-916.
- 1958. Éléments de la spécificité parasitaire chez les tachinaires. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 751-757.
- BILIOTTI, E. & P. DELANOUÉ. — 1959. Contribution à l'étude biologique d'*Opis concolor* SZEPL. (*Hym.*, *Braconidae*) en élevage de laboratoire. — *Entomophaga*, **4**, 7-14.
- BÖHM, H. — 1958. Haben Spinnmilben natürliche Feinde? — *Pflanzenarzt*, Wien, **11**, 9-11.
- BÖHM, O. — 1959. Zum Vertilgerkomplex von *Taeniothrips simplex* MOR. — *Pflanzenschutzberichte*, Wien, **22**, 49-52.
- BOLDARUEV, V. O. — 1958. *Rhogas dendrolimi* MATS. (*Hymenoptera*, *Braconidae*) — an efficient parasite of *Dendrolimus sibiricus* TŠETV. (*Lepidoptera*, *Lasiocampidae*). — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 829-835. (Orig. russisch).
- BOMBOSCH, S. — 1958. Die Ursache eines eigenartigen Blattlaussterbens. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **65**, 694-695.

- BOYCE, H. R. & G. G. DUSTAN. — 1958. Prominent features of parasitism of twig-infesting larvae of the Oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (BUSCK) (Lepidoptera : Olethreutidae), in Ontario, Canada. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 493-496.
- BRANDT, H. & F. SCHERNEY. — 1958. Räuberisch lebende Käfer in Feldkulturen. — *Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz* (2 + 3), 84-91.
- BRIAND, L. J. — 1958. Note on overwintering of *Adoryphorophaga aberrans* (TOWNS.), a tachinid parasite of the Colorado potato beetle. — *Ann. Rep. Ent. Soc. Ont.*, **88**, 1p.
- BROWN, W. L. — 1957. Predation of arthropod eggs by the ant genera *Proceratium* and *Disothyrea*. — *Psyche*, **64** (3), 115.
- BRUNS, H. — 1958. Untersuchungen und Beobachtungen an einer Naturkolonie der Roten Waldameise (*Formica rufa*) im Schadgebiet der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*). — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 326-335.
- BUCK, F. D. — 1957. *Dorcatoma serra* PANZ. (Col., Anobiidae) and its braconid (Hym.) parasite in Norfolk. — *Ent's mon. Mag.*, London, **93**, 245.
- BURK, R. R. — 1957. On the parasitization of *Syrtrita pipiens* (L.) (Syrphidae) by a species of *Trichopria* (Hym., Diapriidae). — *Ent. Rec., J. Variation*, **69** (9), 187-188.
- BURNETT, TH. — 1958. A model of host-parasite interaction. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 679-686.
- 1959. Experimental host-parasite populations. — *Ann. Rev. Ent.*, **4**, 235-250.
- BUTANY, D. K. — 1957. A tachinid fly parasite of *Chilo zonellus* SWINHOE. — *Indian J. Ent.*, **19**, 62-63.
- BUTLER, G. D. — 1958. Tachinid flies reared from lepidopterous larvae in Arizona. 1957. — *J. econ. Ent.*, **51**, 561-562.
- BÜTTIKER, W. W. G. — 1957. *Drosica abjectella* WLK. (Lepidoptera : Tineidae) a predator on pineapple mealybug, *Dysmicoccus brevipes* CKLL. (Homoptera : Coccidae). — *J. ent. Soc. S. Afr.*, **20**, 162-163.
- CHANNA BASAVANNA, G. P. & M. PUTTARUDRIAH. — 1957. Some predators of mites in Mysore. — *Mysore agric. J.*, **32** (3-4), 179-185.
- CHANT, D. A. — 1958. On the ecology of *Typhlodromid* mites in Southeastern England. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 649-658.
- COLLYER, E. & A. M. MASSEE. — 1958. Some predators of phytophagous mites, and their occurrence, in Southeastern England. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 623-626.
- CONSTANTINEANU, M. I. — 1957. Ichneumonides obtenus par cultures de Piéride du prunier (*Aporia crataegi* L.) des environs de Jassy. — *Studii si Cercet. stiintif. Iasi*, **8** (2), 323-329. (Orig. rumänisch).
- COPPEL, H. C. — 1958. Studies on dipterous parasites of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.) (Lepidoptera : Tortricidae) VI. *Phorocera incrassata* SMITH (Diptera : Tachinidae). — *Canad. J. Zool.*, **36**, 453-462.
- ČUMAKOVA, B. M. — 1957. Parasites of the coccids in the Maritime Territory. — *Zool. Ž.*, **36**, 533-547. (Orig. russisch).
- 1958. Parasites of *Phytometra gamma* L. in Leningrad region and their importance in the reduction of the abundance of this pest. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37** (3), 597-602. (Orig. russisch).
- DEAN, H. A. — 1957. Predators of *Oligonychus pratensis* (BANKS.), Tetranychidae. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **50**, 164-165.
- DEBACH, P. — 1958. Selective breeding to improve adaptations of parasitic insects. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.*, **4**, 759-768.
- 1958. The role of weather and entomophagous species in the natural control of insect population. — *J. econ. Ent.*, **51**, 474-484.
- DELUCCHI, V. — 1955. Note generali sui predatori di *Dreyfusia piceae* RATZ. e sui loro parassiti. — *Boll. Lab. Zool. Agr. « Filippo Silvestri »*, **33**, 283-302.
- 1957. Les parasites de la mouche des olives. — *Entomophaga*, **2**, 107-118.
- 1958. *Lithocolletis messaniella* ZELLER (Lep. Gracilariidae) : analysis of some mortality factors with particular reference to its parasite complex. — *Entomophaga*, **3**, 203-270.

- DESCAMPS, M. — 1956. Insectes nuisibles au riz dans le Nord Cameroun. — *Agron. trop.* (France), **11**, 732-755.
- DOSSE, G. — 1959. Über die phytophagen und räuberischen Milben im südwest-deutschen Raum. — *Symp. Inst. Phytopath. Ascherleben* (1957), (17), 9-29.
- DOUTT, R. L. — 1959. The biology of parasitic *Hymenoptera*. — *Ann. Rev. Ent.*, **4**, 161-182.
- DOWNEY, J. C. — 1958. Observations and new records of hymenopteran parasites of lycaenid eggs (*Lepidoptera*). — *Trans. Illinois Sta. Acad. Sci.*, **50**, 299-300.
- FINLAYSON, L. R. & T. FINLAYSON. — 1958. Notes on parasitism of a spruce sawfly, *Diprion polytomum* (Htg.) (*Hymenoptera* : *Diprionidae*) in Czechoslovakia and Scandinavia. — *Canad. Entomologist*, **90**, 584-589.
- FLANDERS, S. E. — 1958. The *Ephestia-Idechthis* ecosystem for illustrating population dynamics. — *Ecology*, **39** (3), 545-547.
- FLESCNER, C. A. — 1958. Natural enemies of tetranychid mites on citrus and avocado in Southern California. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 627-631.  
— 1958. Field approach to population studies of tetranychid mites on citrus and avocado in California. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 669-674.
- FORSSLUND, K. H. — 1958. On some parasites of the sawfly *Diprion* (*Microdiprion*) *pallipes* FALL. in Sweden (*Hym. Parasitica*). — *Ent. Tidskr.*, **78**, 274-275.
- FOSCHI, S. & G. CARLOTTI. — 1956. *Malacocoris chlorizans* pz. var. *smaragdina* FIEB. predatore del ragno rosso. — *Redia*, Firenze, **41**, 105-111.
- FRANZ, J. — 1958. The effectiveness of predators and food in limiting gradations of *Adelges* (*Dreyfusia*) *piceae* (RATZ.) in Europe. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 781-787.
- FRANZ, J. & H. KARAFIAT. — 1958. Eignen sich Kartierung und Serienphotographie von Tannenläusen für Massenwechselstudien? (Zugleich Erwiderung auf einen Aufsatz von H. PSCHORN-WALCHER und H. ZWÖLFER). — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 100-112.
- FREDIANI, D. — 1957. On some parasitic *Hymenoptera* of *Pissodes notatus* F. in the Tuscan littoral. — *Soc. Ent. Ital. B*, **87** (5-6), 92-97 (Originalienisch).  
— 1957. Note sulla *Thyraeella collaris* GRAY. (*Hymenoptera*, *Ichneumonidae*) parassita dell'*Acrolepia assectella* ZELL. in Toscana. — *Boll. Lab. Ent. Agr.* «Filippo Silvestri», Portici, **15**, 231-245.
- FRITZSCHE, R. — 1958. Zur Kenntnis der Raubinsekten von *Tetranychus urticae* KOCH (*Thysanoptera*; *Heteroptera*). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **8**, 716-724.
- GOIDANICH, P. A. — 1958. Sui concetti contrapposti di plesiotropismo e di interattrazione specifica nelle associazioni omogenee di alcuni Imenotteri (*Hym. Chalcid.* et *Tenthred.*) — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 613.
- GOODARZY, K. — 1957. Biology of the spotted alfalfa aphid *Therioaphis maculata* (BUCKTON) in Utah with emphasis on its predators and parasites. — *Utah Sta. Univ. Monogr. Ser.* **5** (4), 10-11.
- GOODARZY, K. & D. W. DAVIS. — 1958. Natural enemies of the spotted alfalfa aphid in Utah. — *J. econ. Ent.*, **51**, 612-616.
- GÖSSWALD, K. — 1958. Über die Auswirkungen von Spechten auf die Rote Waldameise. — *Waldhygiene*, **2**, 234-251.
- HALL, J. C. & C. A. FLESCNER. — 1958. A new species of *Stethorus* WEISE from Guatemala now being released in California (*Coleoptera* : *Coccinellidae*). — *Pan-Pacific Ent.*, **34**, 98-100.
- HARPAZ, I. — 1958. Bionomics of the 11-spotted ladybird beetle, *Coccinella undecipunctata* L., in a subtropical climate. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 657-659.
- HARRIS, P. — 1958. Life-history and natural control in British Columbia of *Ocnerosoma piniariella* ZELL. (*Lepidoptera* : *Yponomeutidae*), a needle miner on white pine. — *Canad. Entomologist*, **90**, 627-631.



- HASSANEIN, M. H. — 1956. Studies on the activity, phenology and population density of the aphid lion, *Chrysopa vulgaris* SCHN. *Chrysopidae, Neuroptera*. — *Ann. agric. Sci., Kairo*, **1**, 145-160.
- HEQVIST, K. J. — 1958. Notes on *Bracon hylobii* RATZB. (*Hym.*, *Braconidae*), a parasite of the pine weevil, (*Hylobius abietis* L.). — *Ann. ent. Fenn. Helsinki*, **24**, 73-78.
- HERBERT, H. J. — 1958. A new species of *Typhlodromus* SCHEUTEN, 1857 (*Acarina* : *Phytoseiidae*), with notes on life-histories and food habits of *Typhlodromus* sp. n. and *T. tiliae* OUDMS. — *Canad. Entomologist*, **90**, 429-433.
- HODEK, I. & J. ČERKASOV. — 1958. Eine Studie über eine imaginale Überwinterung von *Semiadalia undecimnotata* SCHNEID. im Freien. I. (5. Mitteilung zum Studium der Ökologie der Coccinelliden). — *Věstník českol. zool. Společn.* (Mém. Soc. zool. tschécosl.) Praha, **22**, 180-192. (Orig. tschechisch).
- HOLLING, C. S. — 1958. Sensory stimuli involved in the location and selection of sawfly cocoons by small mammals. — *Canad. J. Zool.*, **36**, 633-653.
- HOUSE, H. L. — 1958. Nutritional requirements of insects associated with animal parasitism. — *Exp. Parasitol.*, **7**, 555-609.
- 1958. The nutrition of insects with particular reference to entomophagous parasites. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 139-143.
- HOUSE, H. L., D. F. RIORDAN & J. S. BARLOW. — 1958. Effects of thermal conditioning and of degree of saturation of dietary lipids on resistance of an insect to a high temperature. — *Canad. J. Zool.*, **36**, 629-632.
- HOY, J. M. — 1958. The collection of *Hylemyia seneciella* (MAEDE) (*Diptera, Muscidae*) for shipment to Australia. — *New Zealand J. Sci., Technol.*, **1**, 417-422.
- HSIA, S. — 1957. Basic list of parasitic *Hymenoptera* (*Hymenoptera, Parasitica*) attacking important pests of rice in the Province of Hunan, China. — *Acta ent. sin.*, **7**, 295-319 (Orig. chinesisch).
- HUDON, M. — 1957. *Phryxe vulgaris* (FALL.) (*Diptera* : *Tachinidae*), a new parasite of *Pieris rapae* (L.) (*Lepidoptera* : *Pieridae*) in Canada. — *Canad. Entomologist*, **89**, 546.
- 1959. *Scambus pterophori* (ASHM.) (*Hymenoptera* : *Ichneumonidae*), a new parasite of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (HBN.) (*Lepidoptera* : *Pyralidae*), in Canada. — *Canad. Entomologist*, **91**, 128.
- HUFFAKER, C. B. — 1958. Experimental studies on predation : dispersion factors and predator-prey oscillations. — *Hilgardia*, Berkeley, **27**, 343-383.
- HSIEH, S. Y. — 1957. Preliminary notes on parasitic *Hymenoptera* (*Hymenoptera, Parasitica*) attacking some serious rice pests in Hunan Province, Chinese People's Republic. — *Acta Ent. Sinica*, **7** (3), 295-318. (Orig. chinesisch).
- INOUE, M. & A. NOBUCHI. — 1957-1958. Studies on the natural enemies of the bark beetles and borers. — *Hokkaido, Forest Expt. Sta. Spec. Rep.*, 190-204, (Orig. japanisch).
- IYATOMI, K. — 1958. Effect of superparasitism on reproduction of *Trichogramma japonicum* ASHMEAD. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 897-900.
- JACKSON, D. J. — 1956. Notes on hymenopterous parasitoids bred from eggs of *Dytiscidae* in Fife. — *J. Soc. brit. Ent.*, **5**, 144-149.
- JAMNICKY, J. — 1957. Die natürlichen Feinde des Bunten Eschenbastkäfers (*Leperisus fraxini* PANZ.) (i. e. *Hylesinus fraxini*) und die Möglichkeit ihrer Verwertung in der Bekämpfung des Eschenbastkäfers. — *Biol. Prace, Bratislava*, **3** (6), 5-66. (Orig. tschechisch).
- JAYNES, H. A. — 1958. Studies of ants in West Virginia apple orchards. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 585-588.
- JOHNSON, B. — 1958. Influence of parasitization on form determination in aphids. — *Nature*, London, **181**, 205-206.
- JOHNSON, N. E. & H. J. HEIKKENEN. — 1958. A method for field studies of the balsam woolly aphid. — *J. econ. Ent.*, **51**, 540-542.
- JOURDHEUIL, P. — 1957. Observations sur les ennemis naturels des Coléoptères vivant sur les Crucifères oléagineuses. — *Compte rendu Acad. Agric.*, France **43**, 593-596.



- KAMENKOVA, K. V. — 1957. Certain peculiarities of biology of *Eurygaster integriceps* PUT. in the foot-hill zone of Krasnodar territory. — *Zool. Ž.*, **36**, 1467-1474. (Orig. russisch).  
— 1958. Ursachen der hohen Wirksamkeit der Eiparasiten der Getreidewanze in Vorgebirgsbezirken des Krasnodar-Gebietes. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Aug. **9**, 285-311. (Orig. russisch).
- KARCZEWSKI, J. — 1959. Beiträge zur Kenntnis der Parasiten von *Gelechia dodecella*. — *Polski Pismo Ent.*, **27**, 37-38. (Orig. polnisch).
- KNIGHT, F. B. — 1958. The effects of woodpeckers on populations of the Engelmann spruce beetle. — *J. econ. Ent.*, **51**, 603-607.  
— 1957. auch : *Colo.* — *Wyo. Acad. Sci. J.*, **4** (9), 47-48.
- KOLOMIEC, N. G. — 1958. Parasites of insect pests of Siberian forests. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37** (3), 603-615. (Orig. russisch).
- KŘÍSTEK, J. & R. ORTEL. — 1958. Beitrag zur Kenntnis der Parasiten der kleinen gestreiften Fichtenblattwespe (*Pachynematus scutellatus* (Htg.) - *Tenthredinidae*, *Hym.*). — *Zool. Listy*, **7**, 309-324. (Orig. tschechisch).
- KURBANOV, G. G. — 1957. Predatory insects and ticks which destroy the cotton mite under Azerbajjan conditions. — *Izv. Akad. Nauk Azerb. SSSR* (7), 77-87. (Orig. russisch).
- LABEYRIE, V. — 1958. Importance du superparasitisme et son élimination chez *Microgaster globatus* NEES (Insecte hyménoptère braconide). — *Compte rendu Acad. Sci.*, Paris, **246**, 3116-3118.  
— 1959. Technique d'élevage de *Chelonus contractus* NEES. parasite de *Phthorimea ocellatella* BOYD. — *Entomophaga*, **4**, 43-46.
- LAL, R. & E. HAQUE. — 1955. Effect of nutrition under controlled conditions of temperature and humidity on longevity and fecundity of *Sphaerophoria scutellaris* (FABR.) (*Syrphidae-Diptera*) — efficacy of its maggots as aphid predators. — *Indian J. Ent.*, **17** (3), 317-325.
- LANGE, R. — 1959. Experimentelle Untersuchungen über den Nestbau der Waldameisen. Nesthügel und Volkstärke. — *Entomophaga*, **4**, 47-55.
- LANGSTON, R. L. — 1957. A synopsis of hymenopterous parasites of *Malacosoma* in California (*Lepidoptera*, *Lasiocampidae*). — *Univ. Calif. Publ. Ent.*, **14**, 1-49.
- LECLERCQ, M. — 1955. Diptères prédateurs et leurs proies. — *Ann. Soc. Roy. Ent. Belg. B.*, **91** (11-12), 341.
- LEMARIE, J. — 1958. Beitrag zur Kenntnis der Parasiten der Kiefernknospentriebmotte *Exoteleia* (*Heringia*) *dodecella* L. TEIL 1. *Chalcidoidea*, *Proctotrupoidea*, *Bethyloidea*. — *Zool., ent. Listy* (Folia zool., ent.) Brno (ČSR), **7**, 221-230. (Orig. tschechisch).
- LEWIS, E. — 1958. Two predators of *Rhagonycha fulva* (SCOP.) (*Col.*, *Cantharidae*). — *Ent's mon. Mag.*, London, **94**, 31.
- LILLY, C. E. — 1958. Observations on predation by the plant bug *Liocoris borealis* KELTON (*Hemiptera* : *Miridae*). — *Canad. Entomologist*, **90**, 420-421.
- LIPA, J. J. — 1958. Investigations of the caterpillars of *Aporia crataegi* L. infested by the parasite *Braconidae*. — *Ekol. Polska Ser. B.*, **4**, 167-172 (Orig. polnisch).
- LLLOYD, D. C. — 1958. Studies of parasite oviposition behaviour. II. *Leptomastix dactylopii* HOWARD (*Hymenoptera*, *Encyrtidae*). — *Canad. Entomologist*, **90**, 450-461.
- LUNG, Cheng-te et al. — 1957. A preliminary biological study of two egg-parasites of the pine caterpillar. — *Acta ent. sin.*, **7**, 261-284. (Orig. chinesisch).
- LYNGNES, R. — 1956. A useful chalcidid, *Trigonoderus tristis* WALK. — *Ztschr. angew. Ent.*, **39**, 368-375.  
— 1959. Beitrag zur Biologie des Anobienparasiten *Trigonoderus tristis* WALK. (*Hym. Chal.*). — *Ztschr. angew. Ent.*, **44**, 221-225.
- MACKAUER, M. — 1958. Zur Kenntnis der paläarktischen *Aphidiinae* (*Hym.*, *Bracnidae*). 1. Beitrag : Die wirtschaftliche Bedeutung von *Aphidius ribis* HAL. — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 282-285.

- MASHHOOD ALAM, S. — 1958. Life-cycle and host-parasite relationship in the field and the larval anatomy of *Metaphycus taxi* ALAM. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 879-887.
- MASLENNIKOVA, V. A. — 1958. On the conditions determining the diapause in the parasitic Hymenoptera *Apanteles glomeratus* L. (Braconidae) and *Pteromalus puparum* L. (Chalcididae). — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37** (3), 538-545. (Orig. russisch).
- MATTHEW, D. L. — 1958. Parasites and predators. — *Proc. Ent. Soc. Amer. No. Cent. Sta. Br.*, **13**, 61-62.
- MAYER, K. & W. QUEDNAU. — 1959. Verhaltensänderungen bei Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* unter dem Einfluss des Wirtes. — *Ztschr. Parasitenkunde*, **19**, 35-41.
- MELLINI, E. — 1957. Studi sui Ditteri Larvaevoridi. III. *Sturmia bella* MEIG. su *Inachis io* L. (Lepidoptera Nymphalidae). — *Boll. Ist. Ent. Univ., Bologna*, **22**, 69-98.
- 1957. Contribution to the knowledge of factors determining competition between endophagous parasites in superparasitized and multiparasitized victims. — *Rend. Accad. Naz. Lincei (Ser. 8)* **23** (5), 294-300. (Orig. italienisch).
- MILLÁN, E. & L. DE SANTIS. — 1958. Himenópteros parásitos de *Evetria buoliana* en las Repúblicas del Plata. — *Rev. Invest. agric. Buenos Aires*, **12**, 105-110.
- MIYARAKE, M. — 1958. Notes on *Scymnus* (s. str.) *hareja* Weise as a predator of scale insects, with taxonomical notes on its allied species (Coleoptera, Coccinellidae). — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **2**, 251-257. (Orig. japanisch).
- MONTEITH, L. G. — 1958. Adaptability of entomophagous insects to environmental changes. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 769.
- 1958. Influence of food plant of host on attractiveness of the host to tachinid parasites with notes on preimaginal conditioning. — *Canad. Entomologist*, **90**, 478-482.
- 1958. Influence of host and its food plant on host-finding by *Drino bohemia* MESN. (Diptera : Tachinidae) and interaction of other factors. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 603-606.
- MORRIS, R. F., C. A. MILLER, D. O. GREENBANK & D. G. MOTT. — 1958. The population dynamics of the spruce budworm in Eastern Canada. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 137-149.
- MURTHY, D. V. & M. Q. KHAN. — 1957. Notes on a larval ectoparasite (*Bracon* sp. *Hymenoptera*) on rice *Hispa* (*Hispa armigera* OL.) *aenescens* BALY in Nizamabad District, Hyderabad State. — *Madras Agric. J.*, **44** (10), 457-461.
- NARAYANAN, E. S., B. R. S. RAO & K. R. THAKARE. — 1955. A note on differences in the structure of mandibles in ecto- and endo-parasite larvae and their relationship with their hosts. — *Indian J. Ent.*, **17** (3), 383-385.
- NEILSON, M. M. & F. G. CUMING. — 1958. Egg parasitism of the fall cankerworm. — *Canad. Sci. Serv., Div. For. Biol., Bi-monthly Progr. Rep.*, **14** (6), 1.
- NEWCOMER, E. J. — 1958. Some parasites and predators of fruit pests in the Pacific Northwest. — *Pan-Pacific Ent.*, **34** (2), 87-91.
- NIELSON, M. W. & J. A. HENDERSON. — 1959. Biology of *Collops vittatus* (SAY) in Arizona, and feeding habits of seven predators of the spotted alfalfa aphid. — *J. econ. Ent.*, **52**, 159-162.
- NIKITIUK, A. I. — 1957. Insects of prey and parasitic insects in the capacity of regulators of the destructive activity and dissemination of coniferous tree bark beetles (*Ips sexdentatus* and *I. typographus*). — *Bull. Soc. Natur. Moscou, N. S. Sect. biol.*, **62** (2), 51-55, (Orig. russisch).
- NUNBERG, M. & S. WIACKOWSKI. — 1958. Brackwespen (Braconidae, Hymenoptera) als Parasiten der Forstinsekten. — *Folia Forest. Polonica*, (1), Ser. A, 129-135. (Orig. polnisch).
- OKUNEV, P. P. — 1957. Quick method of determining the infestation of insect eggs with parasites. — *Lesn. Choz.*, **10** (9), 59-60. (Orig. russisch).

- ÔTAKE, A. — 1956. Coexistence of two egg parasites of the rice stem borer *Trichogramma japonicum* ASHMEAD and *Phanurus beneficiens* ZEHNTER. — *Bull. Shimane Agric. College*, (4), 63-68. (Orig. japanisch).
- 1957. The activity of lepidopterous egg parasites in the rice field with special reference to *Trichogramma japonicum* and *Phanurus beneficiens*. — *Bull. Shimane Agric. College*, (Orig. japanisch). (5), 37-44.
- 1958. Development of aphid populations and the role of natural enemies affecting them. — *Biol. Sci.*, 10 (Sep. Nr.) 30-35.
- 1958. The population growth of *Macrosiphum granarium* KIRBY influenced by its parasites. — *Japan. J. Ecol.*, 8 (2), 62-68.
- 1959. On some methods used for study of the two egg-parasites of the rice-stem borer, *Trichogramma japonicum* ASHMEAD and *Telenomus dignus* (GAHAN). — *Bull. Shimane Agric. College*, (7), A, 87-92. (Orig. japanisch).
- OTTO, D. — 1958. Zur Biologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Forst u. Jagd*, 8 (2), 87.
- PARKER, H. L. — 1957. Notes sur quelques Bruches et leurs parasites élevés des graines de Légumineuses (Col.). — *Bull. Soc. ent. France*, 62, 168-179.
- PARKER, J. R. & C. WAKELAND. — 1957. Grasshopper egg pods destroyed by larvae of bee flies, blister beetles, and ground beetles. — *Techn. Bull. U. S. D. A.*, no. 1165, 29 pp., Washington.
- PASSLOW, T. — 1958. Parasites of sorghum midge, *Contarinia sorghicola* (COQ.), in Queensland. — *Queensland J. agric. Sci.*, 15, 35-36.
- POLIVANOVA, E. N. — 1957. Factors affecting the abundance of cereal bugs (*Pentatomidae*) in the southern grain-growing regions of the European part of the Soviet Union. — *Compte rendu Acad. Sci. U.R.S.S.*, 112, 538-541. (Orig. russisch).
- PONTIN, A. J. — 1958. A preliminary note on the eating of aphids by ants of the genus *Lasius* (Hym., Formicidae). — *Ent's mon. Mag.*, London, 94, 9-11.
- PSCHORN-WALCHER, H. — 1956. *Aphanogmus nigroformicatus* nov. spec. (*Proctotrupoidea*, *Ceraphronidae*), ein Parasit der räuberisch an Adelgiden lebenden Gallmückenlarven von *Aphidoletes thompsoni* MOERN. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 29, 353-362.
- PSCHORN-WALCHER, H. & M. KRAUS. — 1958. Notes on the predators of *Adelges piceae* RATZ. and *A. nusslini* C. B. (*Hemiptera*; *Adelgidae*) in Sweden. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 797-799.
- PUTMAN, W. L. & D. C. HERNE. — 1958. Natural control of phytophagous mites (*Tetranychidae* and *Eriophyidae*) in Ontario peach orchards. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 667-673.
- PUTTARUDIAH, M. & G. P. CHANNA BASAVANNA. — 1957. Some insect predators of aphids (*Aphididae*) in Mysore. — *Mysore agric. J.*, 32, (3-4), 158-161.
- PUTTLER, B. — 1959. Partial immunity of *Laphygma exigua* (HÜBNER) to the parasite *Hyposoter exiguae* (VIERECK). — *J. econ. Ent.*, 52, 327-329.
- QUEDNAU, W. — 1959. Über eine Methode zur Messung von Biozönose-Einflüssen unter Verwendung von Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* (Hym. Chalcididae). — *Ztschr. Pfl. krankh.*, 66, 77-86.
- RICHTER, V. — 1958. Wie Wanzen (*Heteroptera*) morden. — *Ztschr. Wiener ent. Ges.*, 43 (1), 13-15.
- ROFFEY, J. — 1958. Observations on the biology of *Trox procerus* HAR. (*Coleoptera*, *Trogidae*), a predator of eggs of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (FORSK.). — *Bull. ent. Res.*, 49, 449-465.
- SALKELD, E. H. — 1959. Notes on anatomy, life-history, and behaviour of *Aphaereta pallipes* (SAY) (*Hymenoptera* : *Braconidae*), a parasite of the onion maggot, *Hyalemya antiqua* (MEIG.). — *Canad. Entomologist*, 91, 93-97.
- SALT, G. — 1957. Experimental studies in insect parasitism. X. The reactions of some endopterygote insects to an alien parasite. — *Proc. R. ent. Soc.*, London, (Ser. B. Biol. Sci.), 147 (927), 167-184.
- 1958. Die Bekämpfung von Schädlingen und das Verhalten ihrer natürlichen Feinde. — *Endeavour*, 17 (67), 145-148.



- SANTIS, L. DE. — 1956. Nota sobre himenópteros parásitos de dos cochinillas (*Coccoidea*) patagónicas. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, Portici, B. 33, 187-197.
- SAUNDERS, D. S. — 1957. Records of *Chalcidoidea* (*Hym.*) bred from woodboring beetles; and a case of phoresy. — *Ent's mon. Mag.*, London, **93**, 273.
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1957. Regularities determining the efficiency of entomophagues. — *J. gen. Biol.* (Moscow), **18**, 381-394. (Orig. russisch).
- SCHAFFNER, J. V. — 1959. Microlepidoptera and their parasites reared from field collections in the northeastern United States. — *U. S. Dept. Agric. Misc. Publ.*, Nr. 767, Washington, 97 pp.
- SCHLINGER, E. I., R. VAN DEN BOSCH & E. J. DIETRICK. — 1959. Biological notes on the predaceous earwig *Labidura riparia* (PALLAS) a recent immigrant to California (*Dermaptera* : *Labiduridae*). — *J. econ. Ent.*, **52**, 247-249.
- SCHNEIDER, F. — 1958. Künstliche Blumen zum Nachweis von Winterquartieren. Futterpflanzen und Tageswanderungen von *Lasioticus pyrastris* (L.) und anderen Schwebfliegen (*Syrphidae* Dipt.). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **31**, 1-24.
- SCHWENKE, W. — 1958. Local dependence of parasitic insects and its importance for biological control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 851-854.
- SEKHAR, P. S. — 1958. Studies on *Asaphes fletcheri* (CRAWFORD), a hyperparasite of *Aphidius testaceipes* (CRESSON) and *Praon aguti* (SMITH), primary parasites of aphids. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **51**, 1-7.
- SILVEIRA GUIDO, A. — 1958. Primer catalogo de los parasitos y predadores. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 913-924.
- SMIRNOFF, W. A. — 1958. An artificial diet for rearing coccinellid beetles. — *Canad. Entomologist*, **90**, 563-565.
- SMITH, D. S. — 1959. Note on destruction of grasshopper eggs by the field cricket *Acheta assimilis luctuosus* (SERVILLE) (*Orthoptera* : *Gryllidae*). — *Canad. Entomologist*, **91**, 127.
- SPENCER, G. J. — 1958. On the *Nemestrinidae* of British Columbia dry range lands. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 503-509.
- SPENCER, G. J. & E. R. BUCKELL. — 1957. On the acridiophagous *Sarcophagidae* of British Columbia with records of all others taken in the Province. — *Proc. ent. Soc. Brit. Columbia*, **52**, 29-36.
- STEINER, A. — 1958. Contribution à l'étude biologique des sphérides (hyménoptères): la paralysie des proies par *Liris nigra* v. D. L. (*Notogonia pompiliiformis* PZ.). — *Compte rendu Acad. Sci.*, Paris, **246** (25), 3526-3528.
- STROJNY, W. — 1956. *Thalessa perlata* CHRIST. and *Thalessa superba* SCHRANK (*Hymenoptera*, *Ichneumonidae*) — parasites of larvae of *Tremex fuscicornis* F. (*Hymenoptera*, *Siricidae*). — *Acta Parasitol. Polon.*, **4** (20-23), 819-837.
- SUBBA RAO, B. R. — 1957. The biology and bionomics of *Lestodrynus pyrrillae* KIEFF. (*Dryinidae* : *Hymenoptera*) a nymphal parasite of *Pyrilla perpusilla* WALK., and a note on its role in the control of *Pyrilla*. — *J. Bombay natural Hist. Soc.*, **54**, 741-749.
- ŠUMAKOV, E. M. — 1958. *Phasiinae* als Parasiten von *Eurygaster integriceps*. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Ausgabe **9**, 313-321 (Orig. russisch).
- ŠUTOVA, N. N. — 1958. A tachinid-fly *Centeter ussuriensis* ROHD. (*Diptera*, *Larvaevoridae*), a parasite of *Maladera japonica* MOTSCH. (*Coleoptera*, *Scarabaeidae*). — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 836-845 (Orig. russisch).
- SZELÉNYI, G. — 1957. Description of a new species of *Entedon* (*Hym. Chalcidoidea*) parasiting the larvae of *Aoromius quinquepunctatus* L. — *Ann. Inst. Prot. Pl., hung.*, Budapest, **7**, 339-340.
- SZMIDT, A. — 1955. Verwendungsmöglichkeiten von *Apanteles* FÖRST. zur biologischen Bekämpfung des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.). — *Sylvan*, **99**, 490-501 (Orig. polnisch).
- 1957. Über die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Kiefernbeständen. — *Sylvan*, **101**, 57-62 (Orig. polnisch).



- TACHIKAWA, T. — 1957. *Metaphycus tamakatakaigara* sp. nov., an important parasite of *Lecanium kunoense* KUWANA in Japan (*Hym.*, *Encyrtidae*). — *Akitsu*, **6**, 27-30, Kyoto.
- 1957. The Japanese species of the genus *Coccophagus* and their hosts (*Hymenoptera* : *Aphelinidae*). — *Jap. J. appl. Ent.*, **1**, 61-64 (Orig. japanisch u. englisch).
- TADIĆ, M. D. — 1958. *Apanteles hyphantriae* RILEY, an egg parasite of the fall web-worm. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 859-861.
- THEODOR, O. — 1957. Parasitic adaptation and host-parasite specificity in the pupiparous *Diptera*. — *Union Int. Sci. Biol.* (P.), Ser. B, (32), 50-63.
- TOWNES, H. — 1958. Some biological characteristics of the *Ichneumonidae* (*Hymenoptera*) in relation to biological control. — *J. econ. Ent.*, **51**, 650-652.
- UCHIDA, T. — 1956. Über den Fichtenwickler in Hokkaido und seine Parasiten mit der Beschreibung neuer Arten. — *Insecta matsum*, **20**, 100-103.
- URQUIJO LANDALUZE, P. — 1956. Aplicacion de la genetica a la seleccion de insectos utiles. — *Boll. Lab. Ent. Agr.* « *Filippo Silvestri* », Portici, **B 33**, 594-602.
- USMAN, S. — 1957. Some field parasites of the potato tuber moth, *Gnorimoschema operculella* ZELL., in Mysore. — *Indian J. Ent.*, **18** (1956), 463-468.
- UST'IAN, A. K. — 1957. Predators and parasites of insects which frequent alfalfa. — *Izv. biol. sel'skochoz. Nauk, Akad. Nauk Arm. SSR*, **10**, (8), 25-29 (Orig. armenisch).
- 1957. New data on insect parasites of the alfalfa seed eater (*Bruchophagus gibbus*). — *Izv. biol. sel'skochoz. Nauk, Akad. Nauk Arm. SSR*, **10** (2), 91-97 (Orig. armenisch).
- UTIDA, S. — 1958. On fluctuations in population density of the rice stemborer *Chilo suppressalis*. — *Ecology*, **39**, 587-599.
- VARGAS, G. O. — 1957. Control químico y biológico de los pulgones en los cítricos. — *Tingo Maria, Estac. Expt. Agric. Dept. de Inform.* **C 1**, 2 pp.
- VARLEY, G. C. & R. L. EDWARDS. — 1957. The bearing of parasite behaviour on the dynamics of insect host and parasite populations. — *J. anim. Ecol.*, **26** (2), 471-477.
- VARLEY, G. C. & G. R. GRADWELL. — 1958. Balance in insect populations. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 619-624.
- VARLEY, G. C. & G. R. GRADWELL. — 1958. Oak defoliators in England. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 133-136.
- VASIĆ, K. — 1958. Parasitic *Hymenoptera* of gypsy moth. — *Plant Prot.* Beograd, (41-42) 17-21 (Orig. kroatisch).
- VASIĆ, K. & P. SISOJEVIĆ. — 1958. Parasites of pronymphs and pupae of the caterpillar (of *Lymantria dispar*) in Yugoslavia in 1957. — *Plant Prot.*, Beograd, (41-42) 49-52 (Orig. kroatisch).
- VERBEKE, J. — 1957. Biology and parasites of *Coleophora frischella* LINNAEUS (*Lepidoptera* *Coleophoridae*). — *Bull. Inst. R. Sci. naturelles Belg.*, **33** (41), 1-27.
- VIKTOROV, G. A. — 1958. Biologie von *Limneria fuscicarpus* THOMS. (*Hymenoptera*, *Ichneumonidae*) — Parasit von *Etiella zinckenella* TR. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37** (3), 589-596 (Orig. russisch).
- WALZ, A. J. — 1957. Observations on the biologies of some hymenopterous parasites of the cabbage seedpod weevil in northern Idaho. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **50**, 219-220.
- WIACKOWSKI, S. — 1957. Results of cultivation of forest insect's parasites. Part I. — *Bull. ent. Pologne*, **26**, 311-320 (1956) (Orig. polnisch).
- 1958. Results of cultivation of forest insecto parasites (*sic!*), Part II. — *Bull. ent. Pologne*, **28**, 173-180 (Orig. polnisch).
- WICHMANN, H. E. — 1959. *Lestodiplosis*-LARVEN (*Dipt.*, *Itonid.*) in Borkenkäferfrassgängen. — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 412-414.
- WILBERT, H. — 1958. Über die Wirksamkeit solitärer und gregärer Parasiten. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **65**, 661-673.
- 1959. Der Einfluss des Superparasitismus auf den Massenwechsel der Insekten. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 93-139.

- WILLIAMS, J. R. — 1957. The sugar-cane *Delphacidae* and their natural enemies in Mauritius. — *Trans. R. ent. Soc.*, London, 109, 65-110.
- WOOD, E. A. — 1958. A hymenopterous parasite new to Oklahoma. — *J. econ. Ent.*, 51, 553.
- WYLIE, H. G. — 1958. Factors that affect host finding by *Nasonia vitripennis* (WALK.) (*Hymenoptera* : *Pteromalidae*). — *Canad. Entomologist*, 90, 597-608.
- 1958. *Adelges nusslii* (BÖRNER) (*Homoptera* : *Phylloxeridae*) and its predators in Eastern France. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 789-793.
- 1958. Observations of *Aphidecta oblitterata* (L.) (*Coleoptera* : *Coccinellidae*), a predator of conifer-infesting *Aphidoidea*. — *Canad. Entomologist*, 90, 518-522.
- YOKOYAMA, A. & M. TSUNEYOSHI. — 1958. Discovery of a hymenopterous ectoparasite of *Oligotoma japonica* OKAJIMA (*Embioptera*). — *Kontyû*, Tokyo, 26, 25-28.
- ZECH, E. — 1959. Beitrag zur Kenntnis einiger in Mitteldeutschland aufgetretener Parasiten des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.). — *Ztschr. angew. Ent.*, 44, 203-220.
- ZWÖLFER, H. — 1958. Observations on the parasite complex of *Choristoneura murinana* (Cacoeia) HB. (*Lepidoptera* : *Tortricidae*). — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 869-872.
3. ANWENDUNG BIOLOGISCHER BEKÄMPFUNG MITTELS ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN.
3. APPLICATIONS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES.
3. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS.
- ABARCA, M., A. CORTES ITURBE & S. FLORES CACERES. — 1958. The sugarcane borers in Mexico. An attempt to control them through parasites. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 827-834.
- AMBROS, W. — 1958. Erfahrungen über die vorbeugende biologische Bekämpfung von Nonnenkalamitäten in reinen Fichtenbeständen. — *Waldhygiene*, 2, 230-234.
- ANONYMUS. — 1957. Report of the first FAO meeting on the control of the senn pest of cereals held at Ankara, Turkey, from 3 to 7 December, 1956. — *Mtg. Rep. Fd Agric. Org.*, No 1956, 25, 20 pp. Rome 1957.
- ANONYMUS. — 1958. Screwworm — (Modern factory methods and atomic science convert the pest into a « fifth column » to rid big livestock area of the species.) — *Agric. Research*, 7 (1), 89.
- BALCH, R. E., R. C. CLARK & N. R. BROWN. — 1958. *Adelges piceae* (RATZ.) in Canada with reference to biological control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 807-817.
- BESS, H. A. & F. H. HARAMOTO. — 1958. Biological control of the Oriental fruit fly in Hawaii. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956) 4, 835-840.
- BOSCH, R. VAN DEN. — 1957. Status of imported parasites of the spotted alfalfa aphid (*Therioaphis maculata*) in California. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, B 3(3), 27.
- BOSCH, R. VAN DEN, E. I. SCHLINGER & E. J. DIETRICK. — 1957. Imported parasites established. (Natural enemies of the spotted alfalfa aphid brought from the Middle East in 1955-56 now established in California.). — *Calif. Agric.*, Berkeley, 11, 11-12.
- BOSCH, R. VAN DEN, E. I. SCHLINGER, E. J. DIETRICK & I. M. HALL. — 1959. The role of imported parasites in the biological control of the spotted alfalfa aphid in southern California in 1957. — *J. econ. Ent.*, 52, 142-154.
- BOSCH, R. VAN DEN, E. I. SCHLINGER, E. J. DIETRICK, K. S. HAGEN & J. K. HOLLOWAY. — 1959. The colonization and establishment of imported parasites of the spotted alfalfa aphid in California. — *J. econ. Ent.*, 52, 136-141.

- BUCHER, E. — 1957. Vermehrten Schutz unseren Waldameisen. — *Schweiz. Ztschr. Forstwesen*, **108** (4-5), 279-281.
- CASTEL-BRANCO, A. J. F. — 1958. Lutte biologique contre *Aspidiotus destructor* SIGN. à l'Île Principe (Afrique-occidentale-portugaise). — *Rev. Path. vég., Ent. agric.*, France, **37**, 235-239.
- CLARK, R. C. & N. R. BROWN. — 1958. Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera : Adelgidae). V. *Laricobius erichsonii* ROSEN. (Coleoptera : Derodontidae), an introduced predator in Eastern Canada. — *Canad. Entomologist*, **90**, 657-672.
- COMPÈRE, H. — 1957. Descriptions of species of *Metaphycus* recently introduced into California and some corrections. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, Portici, **15**, 221-230.
- DEAN, H. A. & M. F. SCHUSTER. — 1958. Biological control of Rhodes-grass scale in Texas. — *J. econ. Ent.*, **51**, 363-366.
- DE BACH, P. — 1957. New natural enemies of citrus pests imported. — *Calif. Citrog.*, **42** (12), 414, 424.
- 1958. Application of ecological information to control of citrus pests in California. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 187-194.
- DIMITRENKO, R. N. — 1957. In the kolkhoz biological laboratory. — *Plant. Protect.*, Leningrad, **2** (3), 27-28 (Orig. russisch).
- DOWDEN, P. B. & D. CROSBY. — 1958. The present status of the balsam woolly aphid in the United States. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 823-825.
- ELTON, E. T. G. — 1958. The artificial establishment of wood ant colonies for biological control in the Netherlands. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 573-578.
- EVENHUIS, H. H. — 1958. The influence of the winter on the parasitism of the woolly aphid, *Eriosoma lanigerum*, by its parasite *Aphelinus mali*. — *Tijdschr. Plantenziekten*, **64**, 328-332 (Orig. holländisch).
- FINLAYSON, L. R. & T. FINLAYSON. — 1958. Notes on parasites of *Diprionidae* in Europe and Japan and their establishment in Canada on *Diprion hercyniae* (HTG.) (Hymenoptera : Diprionidae). — *Canad. Entomologist*, **90**, 557-563.
- FLANDERS, S. E. — 1957. Ecological prerequisites for the establishment of effective entomophagous insects. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **B 3**, (3), 27.
- 1958. The role of the ant in the biological control of scale insects in California. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 579-584.
- 1959. The employment of exotic entomophagous insects in pest control. — *J. econ. Ent.*, **52**, 71-75.
- GÖSSWALD, K. — 1958. Über die Bedeutung und die Förderung der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Schweiz. Ztschr. Forstwesen* (6), 311-324.
- 1958. Neue Erfahrungen über Einwirkung der Roten Waldameise auf den Massenwechsel von Schadinsekten sowie einige methodische Verbesserungen bei ihrem praktischen Einsatz. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.*, (Montreal 1956), **4**, 567-571.
- GRAHAM, A. R. — 1958. Effectiveness of two introduced parasites of the larch case-bearer, *Coleophora laricella* (HBN.) (Lepidoptera : Coleophoridae), in Ontario. — *Ann. Report. Ent. Soc. Ont.*, **88**, 37-41.
- 1958. Recoveries of introduced species of parasites of the winter moth, *Operophtera brumata* (L.) (Lepidoptera : Geometridae), in Nova Scotia. — *Canad. Entomologist*, **90**, 595-596.
- GRESSIT, J. L. — 1958. Ecology of *Promecotheca papuana* CSIKI, a coconut beetle. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **2**, 747-753.
- HAGEN, K. S., J. K. HOLLOWAY, F. E. SKINNER & G. L. FINNEY. — 1958. Aphid parasites established. (Natural enemies of spotted alfalfa aphid brought from Middle East expected to be established throughout the state in 1958). — *Calif. Agric., Berkeley*, **12**, 3-15.
- HALL, J. C. & C. A. FLESCHER. — 1958. A new species of *Stethorus* WEISE from Guatemala now being released in California (Coleoptera : Coccinellidae). — *Pan-Pacific Ent.*, **34** (2), 98-100.



- HERRERA, A. J. M. — 1956. Equipo y técnica usada en la crianza y propagación de la avispa *Trichogramma minutum*, un parasito de los huevos de varios insectos. — *Cañete. Estac. Expt. Dept. de Ent. CDEF* **24**, 6 pp.
- KADZUBOWSKI, W. — 1958. Die Verwendung von *Trichogramma* im Pflanzenschutz. — *Ekol. Polska*, **4**, Ser. B, 105-111 (Orig. polnisch).
- KOVAL'OVA, M. F. (edit.) — 1956. Anleitung für die Massenzucht und Ansammlung von *Trichogramma* zur Bekämpfung von Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturen (für Distrikts- und Kolchoselaboratorien). — *Derzavne Vidavnictvo Sil's'kogospodars'koi Literaturi Ukrains'koi RSR*. Kiew, 38 pp. (Orig. russisch).
- 1957. Use of *Trichogramma* in the Ukraine. — *Plant Protect.*, Leningrad, **2** (3), 26-27. (Orig. russisch).
- 1957. The effectiveness of *Trichogramma* in the control of the codling moth. — *Zool. Zh.*, **36**, 225-229 (Orig. russisch).
- LAAN, P. VAN DER. — 1955. Biological and chemical control of the diamond back moth (*Plutella maculipennis* CURT.). — *Rep. 14. Int. Horticultural Congr.* (Netherlands 1955), Sect. 5 C, 1398-1402.
- MESNIL, L. P. — 1958. An analysis of the balsam woolly aphid problem in Europe. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 777-779.
- PSCHORN-WALCHER, H. — 1958. Climatic and biocenotic aspects for the collection of predators of *Adelges piceae* RATZ. (Hemiptera : Adelgidae) in Europe. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 801-805.
- PUTTARUDIAH, M. & S. USMAN. — 1957. Studies on the field releases of *Trichogramma evanescens minutum* RILEY for the control of the jola stem-borer *Chilo zonellus* SWINHOE. — *Mysore Agr. J.*, **32** (2), 95-102.
- QUESTEL, D. D. & W. G. GENUNG. — 1957. Establishment of the parasite *Anagyrus antoninae* in Florida for control of rhodesgrass scale. — *Florida Entomologist*, **40**, 123-125.
- RISCO-BRICEÑO, S. H. — 1956. El Valle de Pativilca y el control biológico del borer : *Diatraea saccharalis* FABR. — *Azúcar*, **3** (11), 31-40.
- RUPÉREZ CUÉLLAR, A. — 1958. Sugerencias sobre la lucha biológica contra la *Lymantria dispar* en estado de huevo. — *Bol. Serv. Plagas Forestales*. Madrid, **1** (1), 41-53.
- RUSSO, G. — 1958. Le cocciniglie degli agrumi e mezzi di lotta. — *Ann. Fac. Agric. Portici*, Univ. Napoli, **24**, Ser. III, 35 p.
- RYVKIN, B. V. — 1957. Die Anwendungsmöglichkeiten der Versuchsergebnisse beim Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) für den biologischen Kampf gegen den sibirischen Arvenspinner (*Dendrolimus sibiricus* TRSV.). — *In: Sovešč. po Probl. biol. Met. Bor'vy s Vrediteljami*, Tezisy Dokl., Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Leningrad, Moskau, 22-24 (Orig. russisch).
- SCALEA, D. DI. — 1957. Saving the forests of Etna : ants against the processionary moth. — *Agricoltura* **6** (9), 80-84. (Orig. italienisch)
- SCARAMUZZA, L. C. — 1958. La mosca criolla y el borer. — *Cubazúcar*, **3** (5), 13-14.
- 1958. Achievements in the biological control of the sugarcane borers *Diatraea* spp. (Lepidoptera : Pyralidae) in the Americas. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 845-850.
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1958. Die Wirksamkeit von Eiparasiten der Getreidewanze und Faktoren, die sie beeinflussen. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Ausgabe **9**, 243-284 (Orig. russisch).
- SCHLINGER, E. I. & J. C. HALL. — 1959. A synopsis of the biologies of three imported parasites of the spotted alfalfa aphid. — *J. econ. Ent.*, **52**, 154-157.
- SCHUSTER, W. — 1958. Marienkäfer kontra Schildlaus. — *Übersicht*, **9** (1), 16-17.
- SIMMONDS, F. J. — 1958. The successful breeding of *Palpozenillia palpalis* (ALD.) (Diptera, Tachinidae) a parasite of *Diatraea* spp. — *Trop. Agric.*, Trinidad, **35**, 218-224.
- 1958. The effect of lizards on the biological control of scale insect in Bermuda. — *Bull. ent. Res.*, **49**, 610-612.
- SMIRNOFF, W. A. — 1958. De la méthode de lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* dans les oasis du Maroc. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 903-906.



- SMIT, B. — 1958. An attempt in South Africa to control the koroo caterpillar biologically. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 911-912.
- SMITH, B. C. — 1958. Predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera : Phylloxeridae) recently introduced into Canada. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 819-821.
- 1958. Development, feeding habits, and predator-prey relations of insect predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera : Adelgidae), recently introduced into Canada. — *Canad. Entomologist*, **90**, 441-449.
- SZMIDT, A. — 1957. Über die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Kiefernbeständen. — *Sylvan*, **101**, 57-62 (Orig. polnisch).
- 1959. The use of *Dahlbominus fuscipennis* ZETT. (Chalcididae, Hym.) in the fight against sawflies (Diprioninae, Hym.). — *Poznan Soc. of Friends of Science*, (3) **5**, 1-57 (Orig. polnisch).
- TADIĆ, M. D. — 1958. Biological control of the fall webworm, (*Hyphantria cunea* DR.), in Europe. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 855-858.
- TRAVIS, B. V. — 1957. Present status and future possibilities of biological control of mosquitoes. — *Mosquito News*, **17** (3), 143-147.
- WAY, M. J. — 1958. The influence of other species on biological control of *Oecophylla longinoda* (LATR.). — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 595-596.
- WILLIAMS, J. R. — 1958. Cane pests. — *Rep. Mauritius Sug. Ind. Res. Inst.* 1957, 66-71.
- YASUMATSU, K. — 1958. An interesting case of biological control of *Ceroplastes rubens* MASKELL in Japan. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 771-775.
- ZOEBELEIN, G. — 1957. Zur Frage des biologischen Nutzwertes der Roten Waldameise. — *Mitt. Staatsforstverw. Bayerns*, **29**, 101-106.

#### 4. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG VON MIKROORGANISMEN.

#### 4. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES.

#### 4. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF MICRO-ORGANISMS.

- AIZAWA, K. — 1954. Immunological studies of the silkworm jaundice virus. — *Virus (J. virol.)*, **4**, 238-248 (Orig. japanisch).
- 1954. Dissolving curve and the virus activity of the polyhedral bodies of *Bombyx mori* L., obtained 37 years ago. — *Sansi-Kenkyū (Acta Sericologia)*, **8**, 52-54 (Orig. japanisch).
- 1955. A preliminary note on the tetragonal polyhedra in the silkworm, *Bombyx mori*. — *Sansi-Kenkyū (Acta Sericologia)*, **4**, 11-13 (Orig. japanisch).
- 1955. Inactivation of the silkworm jaundice virus by the ultraviolet irradiation. — *J. Sericultural Sci. Jap.*, **24**, 398-399 (Orig. japanisch).
- 1956. Mode of multiplication of the silkworm nuclear polyhedrosis virus. — *Symposium of the Kanto Branch of the Sericultural Soc. of Japan*, **3**, 42-49 (Orig. japanisch).
- 1959. Mode of multiplication of silkworm nuclear polyhedrosis virus. II. Multiplication of the virus in the early period of the LD 50-time curve. — *J. Ins. Path.*, **1**, 67-74.
- ANGUS, T. A. — 1959. Separation of bacterial spores and parasporal bodies with a fluorocarbon. — *J. Ins. Path.*, **1**, 97-98.
- ANGUS, T. A. & A. M. HEIMPEL. — 1958. Further observations on the action of *Bacillus sotto* toxin. — *Canad. Sci. Serv., Div. For. Biol. Bi-monthly Progr. Rept.* **14** (4).
- AOKI, K. — 1957. Insect pathology. — *Gihodo*, Tokyo, 493 p. (Orig. japanisch).
- AOKI, K., Y. NAKASATO, I. FUJIMOTO & H. SUZUKI. — 1957. Studies on the new fungous parasites of silkworms *Bombyx mori* L. V-VI. — *Jap. Sericult. Expt. Sta. B.* **14** (12), 567-576 (Orig. japanisch).

- ARUGA, H. — 1958. Mechanism of resistance to virus diseases in the silkworm, *Bombyx mori*. IV-VI. — *J. Sericult. Sci. Japan*, **27** (1), 5-17 (Orig. japanisch).
- BELOV, P. F. — 1956. Disinfectants in the control of white muscardine of silkworm. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skchozhajstvennoj Literatury*, Moskva, 350-361 (Orig. russisch).
- BERGOLD, G. H. — 1957. Über Insektenviren. — *Nova Acta Leopoldina* (n. s.), **19** (134), 109-119.
- 1959. Purification of insect virus inclusion bodies with a fluorocarbon. — *J. Ins. Path.*, **1**, 96-97.
- BERGOLD, G. H. & J. SUTER. — 1959. On the structure of cytoplasmic polyhedra of some Lepidoptera. — *J. Ins. Path.*, **1**, 1-14.
- BLONSKA, A. — 1956. Researches on the flora of insecticide fungi appearing on the Colorado beetle. — *Postepy Nauk Rolniczych* (1), 134-137 (Orig. polnisch).
- BLUNCK, H., R. KRIEG & R. SCHOLTYSECK. — 1959. Weitere Untersuchungen über die Mikrosporidiose von Pieriden und deren Parasiten und Hyperparasiten. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **66**, 129-142.
- BÜNZLI, G. H. & W. W. BÜTTIKER. — 1959. Fungous diseases of lamellicorn larvae in Southern Rhodesia. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 89-96.
- CEJP, K. — 1956. Das Zugrundgehen der Wespen durch *Cordyceps Ditmari* QUEL. et *Cordyceps sphaeocephala* (KLOTZSCH) SACC. — *Česká Mykol.*, **10**, 31-36 (Orig. tschechisch).
- CHACHANOV, A. I. — 1956. Development cycle of *Nosema bombycis* NAGELI in the caterpillar, pupa, and gut of silkworm. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skchozhajstvennoj Literatury*, Moskva, 130-152 (Orig. russisch).
- CHARARAS, C. — 1957. Étude sur une maladie cryptogamique de *Leperesinus fraxini* PANZ. et de *Dryocoetes autographus* RATZ. (Col. Scolytidae). — *Rev. Path. vég., Ent. agric. France*, **36**, 145-155.
- ETO, M. — 1958. Polyhedral protein soluble in alcohol containing trichloroacetic acid. — *Enzymologia*, **19** (4), 220-226.
- FANTHAM, H. B. & A. PORTER. — 1958. Some pathogenic bacteriform *Microsporidia* from *Crustacea* and *Insecta*. — *Proc. Zool. Soc.*, London, **130** (2), 153-168.
- FOX, R. M. & J. WEISER. — 1959. A microsporidian parasite of *Anopheles gambiae* in Liberia. — *J. Parasitol.*, Lancaster, **45**, 21-30.
- GARDINER, L. M. & D. M. MACLEOD. — 1959. An entomogenous fungus on *Acmaeops proteus* (KBY.) (Coleoptera : Cerambycidae). — *Canad. Entomologist*, **91**, 62-63.
- GRACE, T. D. C. — 1958. Induction of polyhedral bodies in ovarian tissues of the tussock moth in vitro. — *Science*, Lancaster, **128**, 249-250.
- GÜNTHER, S. — 1958. Eine bisher unbekannte Mikrosporidie aus dem Ringelspinner (*Malacosoma neustria* L., *Lasiocampidae*). — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **65**, 534-535.
- 1958. Forschungsarbeiten über Infektionskrankheiten bei Forstinsekten als Ergänzung zu gradologischen Untersuchungen. — *Forst u. Jagd*, **8** (5), 208.
- 1959. Über die Auswirkung auf die Infektiosität bei der Passage insektenpathogener Mikrosporidien durch den Darm von Vögeln und Insekten. — *Nachr. bl. dtsh. Pfl. schutzd.*, Berlin, **13**, 19-21.
- HAFEZ, M. — 1958. Studies on the polyhedrosis-virus disease of the cotton leaf-worm, *Prodenia litura* F. in Egypt. — *Soc. Ent. d'Egypte B.*, **42**, 357-370.
- HALL, I. M. & P. H. DUNN. — 1958. Susceptibility of some insect pests to infection by *Bacillus thuringiensis* BERLINER in laboratory tests. — *J. econ. Ent.*, **51**, 296-298.
- 1959. The effect of certain insecticides and fungicides on fungi pathogenic to the spotted alfalfa aphid. — *J. econ. Ent.*, **52**, 28-29.
- HALL, I. M. & J. C. HALFHILL. — 1959. The germination of resting spores of *Entomophthora virulenta* HALL and DUNN. — *J. econ. Ent.*, **52**, 30-35.
- HARPER, A. M. — 1958. Notes on behaviour of *Pemphigus betae* DOANE (Homoptera : Aphididae) infected with *Entomophthora aphidis* HOFFM. — *Canad. Entomologist*, **90**, 439-440.

- HARIZUKA, M. — 1957. Cytoplasmic polyhedrosis of the silkworm. — *Silk Digest* (128), 1-2.
- HEIMPEL, A. M. & T. A. ANGUS. — 1958. Recent advances in the knowledge of some bacterial pathogens of insects. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 711-722.
- 1958. The taxonomy of insect pathogens related to *Bacillus cereus* FRANKLAND and FRANKLAND. — *Canad. J. Microbiol.*, 4 (5), 531-541.
- HEIMPEL, A. M. & A. S. WEST. — 1959. Notes on the pathogenicity of *Serratia marcescens* BIZIO for the cockroach *Blattella germanica* L. — *Canad. J. Zool.*, 37, 169-172.
- HEITOR, F. — 1959. Beitrag zur vergleichenden Untersuchung der Virosen zweier Insekten. — *Estud. Informac. Direcc. ger. Serv. florest. agric.* (Lisboa), (105-H 3), 38 pp. (Orig. portugiesisch).
- HUGER, A. — 1959. Histological observations on the development of crystalline inclusions of the rickettsial disease of *Tipula paludosa* MEIGEN. — *J. Ins. Path.*, 1, 60-66.
- HURPIN, B. — 1957. Sur la virulence de *Bacillus popilliae* DUTKY pour les larves du hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.). — *Compte rendu Soc. Biol.*, Paris, 151 (11), 1833-1835.
- HURPIN, B. & C. VAGO. — 1958. Les maladies du hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) (*Col. Scarabaeidae*). — *Entomophaga*, 3, 285-330.
- HUSSEY, N. W. — 1958. Notes on a fungus parasitic on greenhouse whitefly. — *Plant Pathology*, 7, 71-72.
- ISHIKAWA, S. — 1958. On the respiratory enzymes in the mid-gut of the cytoplasmic polyhedrosis silkworm, *Bombyx mori*. — *J. Sericult. Sci. Japan*, 27 (3), 99-103 (Orig. japanisch).
- IWASHITA, Y. — 1958. The process of the crystalline substances formation in the nucleus of cylindrical cells in the mid-gut of the cytoplasmic polyhedral disease of the silkworm. — *J. Sericult. Sci. Japan*, 27 (3), 107-110 (Orig. japanisch).
- IWASHITA, Y. & H. ARUGA. — 1957. Mechanism of resistance to virus diseases in the silkworm, *Bombyx mori*. III. Histological studies on the polyhedroses in the silkworm. — *J. Sericult. Sci. Japan*, 26 (5), 323-328.
- JAGTAP, A. P. — 1958. Studies in the entomogenous fungus *Metarrhizium anisopliae* (METSCH.) SOROK. — *Curr. Sci.*, 27, 99-100.
- JAHN, E. — 1958. Insektenviren. — *Akad. Verl. Ges. Geest u. Portig*, Leipzig, 200 pp.
- JOLLY, M. S. — 1959. Un cas d'enchaînement : Blessure avec infection cryptogamique à *Trichothecium roseum* LINK. chez le lépidoptère *Bombyx mori* L. — *Ann. Epiphyties*, Paris, 10, 37-43.
- JUDD, W. W. & R. K. BENJAMIN. — 1958. The ant *Lasius alienus* (FOERSTER) parasitized by the fungus *Laboulbenia formicarum* THAXTER at London, Ontario. — *Canad. Entomologist*, 90, 419.
- KOVAČEVIĆ, Ž. — 1958. Pathogene Mikroorganismen als Begleiter und Mortalitätsfaktoren des Schwammspinners *Lymantria dispar* L. und des amerikanischen Webehärens *Hyphantria cunea* DRURY. — *Anz. Schädl. kunde*, 31, 148-150.
- KOZŁOWSKA, C. — 1957. Insect killing fungi occurring on material collected for detection of biological forest injurers. — *Rocz. Nauk Lesn.* 19, 43-61 (Orig. polnisch).
- KRAMER, J. P. — 1959. Some relationships between *Perezia pyraustae* PAILLOT (*Sporozoa, Nosematidae*) and *Pyrausta nubilalis* (HÜBNER) (*Lepidoptera, Pyralidae*). — *J. Ins. Path.*, 1, 25-33.
- 1959. Observations on the seasonal incidence of microsporidiosis in European corn borer populations in Illinois. — *Entomophaga*, 4, 37-42.
- KRIEG, A. — 1958. Latente und akute Infektionen mit Insekten-Viren. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), 4, 737-740.
- 1958. Vergleichende taxonomische, morphologische und serologische Untersuchungen an insektenpathogenen Rickettsien. — *Ztschr. Naturforsch.*, 13 b, 555-557.
- 1959. Note on the problem of crystals associated with *Rickettsiella* infections. — *J. Ins. Path.*, 1, 95.



- LAIRD, M. — 1958. The parasitology of Singapore mosquitoes. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 901.
- LEATHERDALE, D. — 1958. A host catalogue of British entomogenous fungi. — *Ent's mon. Mag.*, London, **94**, 103-105.
- LE CORROLLER, Y. — 1958. A propos de la transformation de souches banales de *B. cereus* FRANK et FRANK en souches cristallophores pathogènes pour les insectes. — *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, **94** (5), 670-673.
- LIPA, J. — 1957. Observations on the development and pathogeny of *Nosema* sp. the parasite of *Aporia crataegi* L. (*Lepidoptera*). — *Wiadomosci Parazytologiczne*, **3**, 461-466 (Orig. polnisch).
- 1957. Observations on the development and pathogenicity of *Nosema aporiae* n. sp., parasite of *Aporia crataegi* L. (*Lepidoptera*). — *Acta Parasitologica Polonica*, **5**, 559-584.
- LYSENKO, O. — 1958. Contribution of the taxonomy of *Coccobacillus acridiorum* d'HÉRELLE. — *Fol. Biol.*, **4**, 342-347 (Orig. tschechisch).
- 1959. Report on diagnosis of bacteria isolated from insects (1954-1958). — *Entomophaga*, **4**, 15-22.
- 1959. The occurrence of species of the genus *Brevibacterium* in insects. — *J. Ins. Path.*, **1**, 34-42.
- MACHAY, M. L. — 1957. Occurrence of the *Nosema bombycis* NAEGELI among wild *Lepidoptera*. — *Folia ent. hung.*, Budapest, **10**, 359-363.
- MAINS, E. B. — 1958. North American entomogenous species of *Cordyceps*. — *Mycologia*, Lancaster, **50**, 169-222.
- MARZKE, F. O. & R. J. DICKE. — 1958. Disease-producing protozoa in species of *Trogoderma*. — *J. econ. Ent.*, **51**, 916-917.
- MEKLENBURTSEVA, T. A. — 1956. Soil disinfection in the control of pebrine of oak moth (*Antheraea pernyi*). In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 207-209 (Orig. russisch).
- 1956. Soil sanitation on oak silkworm pastures as a method of controlling the jaundice. — *Trudy Ukrainsk. naučn. — issled. Stanc. Selkoved.* (Kiev), **1**, 79-81 (Orig. ukrainisch).
- MICZYŃSKA, Z. — 1957. Untersuchungen über Insekten-Mykosen. — *Polski Pismo Ent.* (B)... (Orig. polnisch).
- MURAI, S. — 1957. Relations between the electrophoretic fractions of blood of the jaundice silkworm on filter paper and the virus activity. — *Yamagata Agr. & Forestry Soc. J.* (11) 21-22 (Orig. japanisch).
- ODIKADZE, V. V. — 1956. Certain additional symptoms of silkworm muscardine. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 362-374 (Orig. russisch).
- OVANESIAN, T. T. — 1956. Viability of the spores of the causal agents of white muscardine. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 393-398.
- OVANESIAN, T. A. & V. V. ODIKADZE. — 1956. The unfitness of hot sulfur in the control of silkworm muscardine. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 389-393 (Orig. russisch).
- PACKCHANIAN, A. — 1957. The isolation and cultivation of hemoflagellates in pure culture from six species of insects. — *Tex. Rept. Biol. & Med.*, **15** (3), 399-410 (Orig. russisch).
- POLTEV, V. I. & M. S. PAVEL'eva (edit.). — 1956. Infectious and protozoan diseases of useful and harmful insects. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 454 p. (Orig. russisch).
- PANAJOTOV, P., B. ZASEV, M. KEREMIDCIEV, G. ZANKOV & R. GRIGOROVA. — 1958. Polyederkrankheit des Schwammspinners (*Porthetria dispar*) in Bulgarien. — *Izv. Bulgar. Akad. Nauk. za Gorata*, **3**, 417-420 (Orig. bulgarisch).



- PELT, A. VAN. — 1958. The occurrence of a *Cordyceps* on the ant *Camponotus pennsylvanicus* DEGEER in the Highlands. N. C. region. — *Tenn. Acad. Sci. J.*, **33** (2), 120-122.
- PLUS, N. — 1958. Le virus non pathogène de la Drosophile, son intégration au système génétique de la mouche. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 741-742.
- RAO, D. S. — 1957. Insecticidal property of the fungus, *Ganoderma Lucidum* attacking palms. — *Curr. Sci.*, Bangalore, **26** (10), 325-326.
- RIVERS, C. F. — 1956. Advances in insect virus research. — *Proc. & Trans. Soc. London Ent. & Nat. Hist. Soc.*, 101-110.
- SAGER, S. M. — 1957. A virus disease of western hemlock looper, *Lambdina fiscellaria lugubrosa* (HULST) (Lepidoptera, Geometridae). — *Canad. J. Microbiol.*, **3**, 799-802.
- SAMŠIŇÁKOVÁ, A. — 1957. *Beauveria globulifera* (SPEG.) PIC. als Parasit der Zecke *Ixodes ricinus* L. — *Zool. ent. Listy (Folia zool., ent. Brno, ČSR)*, **6** (20), 329-330 (Orig. tschechisch).
- SAMŠIŇÁKOVÁ, A. & J. ULLMANN. — 1957. Kulturbedingungen und Aminosäuregehalt von *Beauveria bassiana* (BALS.-CRIV.) VUILL. — *Českoslov. Biol.*, **6**, 475-478.
- SASAMOTO, K. & N. MURAMATSU. — 1958. On the relation between muscardines of wild insects and of silk-worms. — *J. Sericult. Sci. Japan*, **27** (2), 76-80 (Orig. japanisch).
- SHIGEMATSU, H. & H. TAKESHITA. — 1958. Change in quantity of nucleic acid and protein in the fat body of the silkworm in a course of contracting jaundice. — *J. Sericult. Sci. Japan*, **27** (2), 66-70 (Orig. japanisch).
- SIKURA, A. J. — 1957. On muscardine infection in chrysalides of the fall webworm (*Hyphantria cunea* DRURY). — *Akad. Nauk U.R.S.R., Dopovidi* (6), 598-601 (Orig. ukrainisch).
- 1958. Die Wirkung der Anwendung von Muscardine-Pilzen gegen die Puppen des Weissen Bärenspinners. — *Bjull. naučno-techn. Inf. VIZR, Kiev*, (5), 29-32 (Orig. russisch).
- SMITH, K. M. — 1955. The morphology of insect viruses. — *Compte rendu Int. Congr. Path. Comparée*, **7** (2), 28-29.
- 1958. The study of the early stages of infection with the *Tipula* iridescent virus. — *Parasitology*, **48**, 459-462.
- 1958. Virus inclusions in insect cells. — *Protoplasmatologia*, **4** (4b), 1-25.
- 1958. Plant and insect viruses in agriculture. — *Agric. Rev.*, London, **4** (1), 8-14.
- STEINHAUS, E. A. — 1958. Crowding as a possible stress factor in insect disease. — *Ecology*, **39**, 504-514.
- 1958. Stress as a factor in insects diseases. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 725-730.
- 1959. *Serratia marcescens* BIZIO as an insect pathogen. — *Hilgardia*, Berkeley, **28**, 351-380.
- 1959. Granuloses in two Alaskan insects. — *J. econ. Ent.*, **52**, 350-352.
- STEPHENS, J. M. — 1959. Immune responses of some insects to some bacterial antigens. — *Canad. J. Microbiol.*, **5**, 203-228.
- SUZDAL'SKAJA, M. V. — 1956. The part played by white muscardine in the destruction of the grain bug in its wintering places. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 407-417 (Orig. russisch).
- 1958. Die weissen Muscardine-Pilze von *Eurygaster integriceps* PUT. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Ausg. **9**, 341-361 (Orig. russisch).
- SZUJECKI, A. — 1956. Pilze und Bakterien als Begrenzungsfaktoren des Maikäfers. — *Sylwan (B)*, (4), 26-32, 1956 (Orig. polnisch).
- TABATADZE, K. A. — 1956. Anise oil in the control of white muscardine of silkworm. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 374-389 (Orig. russisch).

- TAKAHASHI, Y. — 1958. Studies on the cuticle of the silkworm, *Bombyx mori* L. XI. Penetration of hyphae of the fungus, *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL., through the larval and pupal cuticles. — *Annot. Zool. Jap.*, **31** (1), 13-21.
- TARASEVIČ, L. M. & E. F. ČLANOVA. — 1956. Silkworm jaundice inhibitors. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skhozajstvennoj Literatury*, Moskva, 240-256 (Orig. russisch).
- TASHIRO, H. — 1957. Susceptibility of European chafer and Japanese beetle larvae to different strains of milky disease organisms. — *J. econ. Ent.*, **50**, 350-352.
- THOMPSON, C. J. — 1958. Experimental infections of various animals with strains of the genus *Tetrahymena*. — *J. Protozool.*, **5** (3), 203-205.
- THOMSON, H. M. — 1958. The effect of a microsporidian parasite of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.), on two international hymenopterous parasites. — *Canad. Entomologist*, **90**, 694-696.  
— 1958. — Some aspects of the epidemiology of a microsporidian parasite of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.). — *Canad. J. Zool.*, **36**, 309-316.  
— 1959. — A microsporidian infection in the jack-pine-budworm, *Choristoneura pinus* FREE. — *Canad. J. Zool.*, **37**, 117-120.
- TIMOFEEVA, E. R. — 1956. Nosema disease of *Porthetria dispar*. In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skhozajstvennoj Literatury*, Moskva, 210-219 (Orig. russisch).
- TOUMANOFF, C. — 1959. Observation concernant le rôle probable d'un prédateur dans la transmission d'un bacille aux chenilles de *Pieris brassicae*. — *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, **96**, 108-110.
- TOUMANOFF, C. & CHRISTIANE TOUMANOFF. — 1959. Les épizooties dues à *Serratia marcescens* BIZIO chez un termite (*Reticulitermes santoniensis* DE FEYTAUD). — *Compte rendu Acad. Agric.*, France, **45**, 216-218.
- UMEYA, Y., K. AIZAWA & K. NAKAMURA. — 1955. Injection experiments of the silkworm jaundice virus into the silkworm eggs with some considerations on the multiplication and induction of the virus. — *Sansi-Kenkyū (Acta Sericologia)*, **2** (13), 5-12 (Orig. japanisch).
- VAGO, C. — 1958. Virulence cryptogamique simultanée vis-à-vis d'un végétal et d'un insecte. — *Compte rendu Acad. Sci.*, Paris, **247**, 1651-1653.  
— 1958. Sur la nomenclature des virus d'insectes. — *Entomophaga*, **3**, 331-332.  
— 1959. On the pathogenesis of simultaneous virus infections in insects. — *J. Ins. Path.*, **1**, 75-79.  
— 1959. Recherches sur la culture de tissus en virologie des insectes. — *Entomophaga*, **4**, 23-36.
- VAGO, C. & O. CROISSANT. — 1959. Recherches sur la pathogénèse des viroses d'insectes. La libération des virus dans le tube digestif de l'insecte à partir des corps d'inclusion ingérés. — *Ann. Epiphyties*, Paris, Ser. C., **10** (1), 5-18.
- VASILJEVIĆ, LJ. — 1957. It must be understood that very frequently many diseases also kill insects. — *Biljni Lek.*, **2** (2), 27-28 (Orig. serbo-kroatisch).  
— 1957. Share of the polyhedry and other diseases in the reduction of the gypsy moth gradation which took place in the PR of Serbia in 1957. — *Plant. Prot. Beograd*, (41-42), 123-137 (Orig. serbo-kroatisch).  
— 1958. Influence of the temperature oscillations in the nature upon the development of the polyhedry among gipsy moths (*Lymantria dispar* L.). — *Plant. Prot. Beograd*, (41-42), 57-66 (Orig. serbo-kroatisch).
- WEISER, J. — 1959. *Nosema laphygmae* n. sp. and the internal structure of the microsporidian spore. — *J. Ins. Path.*, **1**, 52-59.  
— 1959. Insect pathology, its present and future. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **38** (2), 290-300 (Orig. russisch).
- YAMAFUJI, K. — 1958. Role of deoxyribonucleic acid and deoxyribonuclease in induction processes of polyhedrosis virus. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 731-736.
- YAMAFUJI, K., H. OMURA & N. OTOMO. — 1958. An immunological investigation of viral polyhedrosis. — *Enzymologia*, **19** (3), 175-179.

- YAMAFUJI, K., H. OMURA & K. WATANABE. — 1958. Distribution and transmission of radioactive phosphorus during development of viral polyhedrosis. — *Enzymologia*, **19**, 157-162.
- YAMAFUJI, K., M. SATO & J. KISHIKAWA. — 1958. Chemical virogenesis and remote infection in silkworm. — *Enzymologia*, **19**, 151-156.
- YAMAFUJI, K., M. SATO & J. NAGATA. — 1958. Chemical virogenesis and virogenic treatment in silkworm. — *Enzymologia*, **19**, 48-52.
- YAMAFUJI, K., F. YOSHIHARA & K. HIRAYAMA. — 1958. Protease and desoxyribonuclease in viral polyhedral crystal. — *Enzymologia*, **19**, 53-58.

# 5. ANWENDUNG DER BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG MITTELS MIKRO-ORGANISMEN.

## 5. APPLICATION DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES MICRO-ORGANISMES.

## 5. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF MICRO-ORGANISMS.

- BAIRD, R. B. — 1958. Use of fungous diseases in biological control of insects. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 689-692.
- BLUNCK, H. — 1958. Is there a possibility of using microsporidia for biological control of *Pieridae*? — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 703-710.
- BRIGGS, J. D. — 1958. Biological control; microbial control. — *Ent. Soc. Amer. No. Cent. States Br. Proc.*, **13**, 60.
- BUCHER, G. E. — 1958. General summary and review of utilization of disease to control insects. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 695-701.
- CHAMBERLIN, F. S. & S. R. DUTKY. — 1958. Tests of pathogens for the control of tobacco insects. — *J. econ. Ent.*, **51**, 560.
- CIFERRI, R. — 1956. Parasitic fungi of invertebrates and their applications. — *Soc. de Biol. de Pernambuco, An.* **14** (1-2), 29-33. (Orig. portugiesisch)
- DROOZ, A. T. — 1958. Biological warfare against insects successful in Pennsylvania. — *Pennsylv. Forests, Waters*, **38** (3), 57.
- EVLACHOVA, A. A. — 1956. Use of fungi in the control of the grain bug in its wintering places. In: *Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom.* — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 399-407 (Orig. russisch).
- 1958. Fragen der Ausnutzung mikrobiologischer Methoden für die Bekämpfung von *Eurygaster integriceps* PUT. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Aug. 9, 323-340 (Orig. russisch).
- GOLDMAN, M. C. — 1958. Beetles are beatable! — *Org. Gard. & Farming*, **5** (6), 43-46.
- GRISON, P. & H. MILAIRE. — 1959. Un insecticide microbien sélectif. — *Phytoma*, Paris, **11** (106), 13-15.
- GRISON, P., C. VAGO & R. MAURY. — 1959. La lutte contre la processionnaire du pin « *Thaumetopoea pityocampa* » SCHIFF. dans le massif du Ventoux. Essai d'utilisation pratique d'un virus spécifique. — *Rev. forest. française*, (5), 353-370.
- HUGER, A. — 1958. Bakterien im Kampf gegen Schadinsekten. — *Umschau*, **58**, 682-684.
- ISAKOVA, N. P. — 1958. The effect of a spore-producing bacterium of the *Bacillus cereus* FR. type on some injurious insects. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **38** (4), 846-855.
- KELSEY, J. M. — 1958. Control of *Pieris rapae* by granulosis viruses. — *New Zealand J. Agric. Res.*, **1**, 778-782.
- KERNER, G. — 1957. Studien zur Natur und Wirkungsweise der Erreger seuchhafter Insektenkrankheiten. — *Forst u. Jagd*, **7**, 542-543.
- KRIEG, A. & J. FRANZ. — 1959. Versuch zur Bekämpfung von Wachsmotten mittels Bakteriose. — *Naturwissenschaften*, **46**, 22-23.
- KUDLER, J., O. LYSENKO & R. HOCHMUT. — 1958. Möglichkeiten für die biologische Bekämpfung von *Cacoecia crataegana* HB. durch künstliches Hervorrufen von bakteriellen Seuchen. — *Lesn. Prace (Oeuvre Forest.)*, Pisek, (9), 400-405 (Orig. tschechisch).



- MAJUMDER, S. K., M. MUTHU & S. V. PINGALE. — 1957. Bacterial control of insects. I. Studies on the field control of the Lablab podboring caterpillar. — *Indian J. Ent.*, **18**, 397-407.
- McCONNELL, E. & RICHARDS — 1959. The production by *Bacillus thuringiensis* BERLINER of a heat-stable substance toxic for insects. — *Canad. J. Microbiol.*, **5**, 161-168.
- McEWEN, F. L. & G. E. R. HERVEY. — 1958. Control of the cabbage looper with a virus disease. — *J. econ. Ent.*, **51**, 626-631.
- 1959. Microbial control of two cabbage insects. — *J. Ins. Path.*, **1**, 86-94.
- RABB, R. L. — 1958. Living insecticides. — *Res. and Farming (North Carolina Exp. Stat.) Progr. Rept.*, **17**, 8-9.
- SCHAEFFENBERG, B. — 1959. *Beauveria bassiana* (VUILL) Link als Parasit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* SAY). II. Infektionsversuche im Freiland an L 2 — und L 3-Larven. — *Anz. Schäd. kunde*, **32**, 87-90.
- SMIRNOV, B. A. — 1956. Use of white muscardine to control pine bug (*Aradus cinnamomeus*). In : Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Sel'skochozjajstvennoj Literatury*, Moskva, 427-437 (Orig. russisch).
- STEINHAUS, E. A. — 1957. New horizons in insect pathology. — *J. New York ent. Soc.*, **65**, 113-121.
- TALALAËV, V. — 1958. Artificial induction of septicemia epizootics in the larvae of *Dendrolimus sibiricus* ТШВ. (*Lepidoptera*, *Lasiocampidae*). — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 641-652.
- TANADA, Y. — 1959. Microbial control of insect pests. — *Ann. Rev. Ent.*, **4**, 277-302.
- WEISER, J. — 1958. Protozoan diseases in insect control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 681-685.
- YORK, G. T. — 1958. Field tests with the fungus *Beauveria* sp. for control of the European corn borer. — *Iowa State Coll. J. Sci.*, **33**, 123-129.
6. VERMISCHTE ARBEITEN ÜBER VERSCHIEDENE ARTHROPODENFEINDE.
6. TRAVAUX VARIÉS SUR DIVERS ENNEMIS DES ARTHROPODES.
6. VARIOUS PAPERS ON DIFFERENT ENEMIES OF ARTHROPODS.
- 6 a. WIRBELTIERE.  
VERTÉBRÉS.  
VERTEBRATES.
- BRANDT, H. — 1959. Vogelschutz als Teilgebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Vogelschutz*, **1** (1), 1-3.
- BRUNS, H. — 1957-1958. Vogelansiedlungsversuche in Buchenwäldern Unterfrankens und Oberhessens. — *Luscinia*, 56-63.
- BUCKNER, C. H. — 1958. Mammalian predators of the larch sawfly in eastern Manitoba. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956) **4**, 353-361.
- CZARNECKI, Z. & M. GORNY. — 1958. Observations on the destruction of Colorado beetles (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) by starlings (*Sturnus vulgaris*). — *Biul. Inst. Ochr. roślin*, **3**, 31-34 (Orig. polnisch).
- ENE, M. — 1957. Observations on the protection of insect-eating birds. — *Rev. Padurilor*, **71** (9), 588-590 (Orig. rumänisch).
- GERBER, R. — 1956. Blattwespen (*Tenthredinidae*) und ihre Larven und Puppen als Vogelnahrung. — *Waldhygiene*, **1**, 193-196.
- GIBB, J. A. — 1958. Predation by tits and squirrels on the eucosmid *Ernarmonia conicolana* (HEYL.). — *J. Anim. Ecol.*, **27**, 375-396.
- GÖRNANDT, H. J. — 1959. Ein Ergebnis ernährungsbiologischer Untersuchungen an Nestlingen im Obstbau. (Vorläufige Mitteilung). — *Gesunde Pflanzen*, **11**, 94-102.
- 1959. Ernährungsbiologische Untersuchungen an Nestlingen von Kohlmeise und Star. — *Pflanzenschutz*, München, **11**, 69-78.



- HERBST, H. G. — 1956. Die Ernährung der Sturmmöwe (*Larus canus* L.) und ihre landwirtschaftliche Bedeutung. — *Albr. Thier-Arch.*, **1** (3), 249-273.
- JAHN, E. — 1956. Vom biologischen Forstschutz. — *Forst u. Jagd*, **6**, 153-154.
- KOROL'KOVA, G. E. — 1957. Result of studying the effect of birds on the increase of mass insect — pests of oak forests. — *Trudy Inst. Lesa*, **35**, 137-160 (Orig. russisch).
- MORRIS, R. F., W. F. CHESHIRE, C. A. MILLER & D. G. MOTT. — 1958. The numerical response of avian and mammalian predators during a gradation of the spruce budworm. — *Ecology*, **39**, 487-494.
- PARMENTIER, L. — 1958. *Tettigonia viridissima* L. (Orth., Tettigoniidae) as prey of song thrush. — *Ent's mon. Mag.*, London, **94**, 119.
- PFEIFER, S. & W. KEIL. — 1959. Beiträge zur Ernährungsbiologie einiger häufiger Vogelarten im Nestlingsalter. — *Gesunde Pflanzen*, **11**, 11-16.
- ROSSI, D. — 1957. Birds that are useful to agriculture. — *Progr. Agr.*, **3** (6), 688-689 (Orig. italienisch).
- SCHNETTER, M. — 1958. Chemische Schädlingsbekämpfung und Vogelschutz. — *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz*, **7**, 239-244.
- STEIN, W. — 1958. Über den Einfluss von Vogelschutzmassnahmen auf den Insektenbestand im Eichenwald. — *Verh. dtsh. Ges. angew. Ent.* 14. Mitgl. vers. (Göttingen 1957), 86-88.
- SZCZEPSKI, J. B. — 1957. Studies on the role of birds in combating Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in Poland. — *Rocz. Nauk Roln. Ser. A.*, Roślinna **74** (2), 483-499 (Orig. polnisch).
- TURČEK, F. J. — 1958. Ergebnisse von Vogelansiedlungs-Versuchen in zwei Waldtypen der Slowakei. — *Waldhygiene*, **2**, 224-229.
- 6 b. WIRBELLOSE AUSSER ARTHROPODEN.  
INVERTÉBRÉS SAUF LES ARTHROPODES.  
AVERTEBRATES EXCEPT ARTHROPODS.
- KISIELEWSKA, K. — 1958. Cysticeroid of the tapeworm *Neoskriabinopelis singularis* (CHOLODKOVSKY, 1912), SPASSKY, 1954, in a beetle of the family *Catopidae*. — *Acad. Polon. Sci.*, Ser. B. (Sci. Biol.), **6** (5), 205-208.
- TRAVASSO, L. & G. R. KLOSS. — 1958. Contribution to the knowledge of nematodes of « *Passalidae* » *Coleoptera*. — *Rev. Bras. de Biol.*, **18** (1), 55-57 (Orig. portugiesisch).
- WELCH, H. E. — 1958. Test of a nematode and its associated bacterium for control of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (SAY). — *Ann. Rep. Ent. Soc. Ont.*, **88**, 53-54.
- 6 c. GEMEINSAME WIRKUNG VON MIKRO- UND MAKROORGANISMEN (Z. B. VIREN UND ENTOMOPHAGE INSEKTEN).  
ACTION CONJUGUÉE DES MICRO- ET MACRO-ORGANISMES (PAR EXEMPLE VIRUS ET INSECTES ENTOMOPHAGES).  
JOINT EFFECT OF MICRO- AND MACROORGANISMS (E. G. VIRUS AND ENTOMOPHAGOUS INSECTS).
- ARBATSKAJA, H. — 1958. Die natürlichen Feinde des Weissen Bärenspinners (*Hyphantria cunea* DRURY) (I). — *Pol'nohospodárstvo*, **5** (6), 1088-1104 (Orig. slowakisch).
- 1959. Die natürlichen Feinde des Weissen Bärenspinners (*Hyphantria cunea* DRURY) (II). — *Pol'nohospodárstvo*, **6** (1), 65-92 (Orig. slowakisch).
- BIRD, F. T. & D. E. ELGEE. — 1957. A virus disease and introduced parasites as factors controlling the European spruce sawfly, *Diprion hercyniae* (HTG.), in central New Brunswick. — *Canad. Entomologist*, **89**, 371-378.
- BOVEY, P. — 1958. Le problème de la Tordeuse grise du mélèze *Eucosma griseana* (HÜBNER) (*Lepidoptera* : *Tortricidae*) dans les forêts alpines. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 123-131.
- CORY, E. N., G. S. LANGFORD & W. E. BICKLEY. — 1958. The retardation of the Japanese beetle, *Popillia japonica* NEWMAN. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 841-843.

- ČUGUNIN, J. V. — 1958. Der Schwammspinner. In : Bredimeli i Bolezni sel'skochoz-jajstvennyh Rastenij. — Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury, Moskva, 35 pp., (Orig. russisch).
- FLEMING, W. E. — 1958. Biological control of the Japanese beetle especially with entomogenous diseases. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 115-125.
- HUSSON, R. — 1958. Les ennemis naturels de l'*Ennomos quercinaria* (HFN.) lors de sa récente pullulation en Sarre. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 437-440.
- JAHN, E. — 1958. Zusammenfassender Bericht über das Massenaufreten des Grauen Lärchenwicklers in den Jahren 1954-1957 (mit genauen Untersuchungsgrundlagen). — *Zentralbl. ges. Forstwes.*, WIEN, **75**, 77-105.
- JANSSEN, M. — 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* FISCHER VON ROESLERSTAMM (Lepidoptera : Tortricidae). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **8**, 291-324.
- KUDELA, M. — 1957. The chemical control of *Cephalcia abietis* and its natural enemies. — *Prace Vyzkum. Ustavu lesn. ČSR*, **12**, 191-247 (Orig. tschechisch).
- LIPA, J. & A. RUSZKOWSKI. — 1957. Observations on the changes of mortality of *Aporia crataegi* L. — *Ekol. Polska Ser. B.*, **3**, 231-237 (Orig. polnisch). — 1957. Researches on the changes of mortality of *Aporia crataegi* L. during the successive years of their appearance in masses (1952-1957) in Poland. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **64**, 568-572 (Orig. polnisch).
- MAYER, K. — 1959. Die Parasiten und Krankheiten der Ahorneule (*Acronicta aceris* L.). — *Anz. Schädl. kunde*, **32**, 18-21.
- MUMA, M. H. — 1958. Predators and parasites of citrus mites in Florida. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 633-647.
- NIKLAS, O. F. — 1958. Periodik einiger Mortalitätsfaktoren beim Engerling (*Melolontha spec.*). — *Verh. dtsh. Ges. angew. Ent.*, **14. Mitgl. vers. (Göttingen 1957), 134-138.**
- RUSZKOWSKI, A. — 1958. Beobachtungen der natürlichen Feinde von *Aporia crataegi* L. in den Jahren 1954-1955. — *Biul. I. O. R.*, **3**, 63-66, (Orig. polnisch).
- SAMŠIŠÁKOVÁ, A. & K. SAMŠIŠÁK. — 1957. Feinde und Krankheiten der *Agelastica alni* L. — *Lesn. casopis* **3** (4), 317-322 (Orig. polnisch).
- SCHWENKE, W. — 1958. Über die Standortabhängigkeit des Massenwechsels der Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* HB., und der Ahorneule, *Acronycta aceris* L. — Ein Beitrag zur Entwicklung der vergleichend bioökologischen Methode der Massenwechsel-Erforschung der Insekten. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **8**, 241-290.
- SMIRNOFF, W. A. — 1959. Predators of *Neodiprion swainei* MIDD. (Hymenoptera : Tenthredinidae) larval vectors of virus diseases. — *Canad. Entomologist*, **91**, 246-248.
- SPENCER, G. J. — 1958. The natural control complex affecting grasshoppers in the Dry Belt of British Columbia. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 497-502.
- TODD, D. H. — 1957. Incidence and parasitism of insect pests of cruciferous crops in Hawke's Bay, Wairarapa, and Manawatu, 1955-56. — *New Zealand J. Sci., Technol.* (Sect. A), **38**, 720-727.
- VASIĆ, K. & M. PETROVIĆ. — 1957. Quantitative analysis of the part played by parasitic insects and entomophagous fungi in the reduction of overcrowded populations of *Diprion pini* L. on the Maljen Mountain in 1954 and 1955. — *Plant. Prot.*, Beograd, **43**, 3-28.

## 7. BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG VON UNKRÄUTERN.

## 7. LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES.

## 7. BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS.

- BESS, H. A. & F. H. HARAMOTO. — 1958. Biological control of pamakani, *Eupatorium adenophorum*, in Hawaii by a tephritid gall fly, *Procecidochares utilis*. 1. The life history of the fly and its effectiveness in the control of the weed. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 543-548.

- CONLEY, C. C. & I. L. PETERSON. — 1957. Use of grass control; amount of grass, available water, field size, type of crop, among factors affecting use of naturally selective weeders. — *Calif. Agric.*, Berkeley, **11** (11), 12.
- FULLAWAY, D. T. — 1958. Biological control of *Opuntia megacantha* and *Lantana camara* in Hawaii. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 549-552.
- HOLLOWAY, J. K. — 1958. The biological control of klamath weed in California. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.*, (Montreal 1956), **4**, 557-560.
- HUFFAKER, C. B. — 1957. Fundamentals of biological control of weeds. — *Hilgardia*, Berkeley, **27**, 101-157.
- 1958. Principles of biological control of weeds. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 533-542.
- 1959. Biological control of weeds with insects. — *Ann. Rev. Ent.*, **4**, 251-276.
- HUFFAKER, C. B. & C. E. KENNETT. — 1959. A ten-year study of vegetational changes associated with biological control of klamath weed. — *J. Range Managem.*, **12**, 69-82.
- SIMMONDS, F. J. — 1958. The control of *Cordia macrostachya* (Boraginaceae) in Mauritius. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 535-555.
- SMITH, J. M. — 1958. Biological control of klamath weed, *Hypericum perforatum* L., in British Columbia. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 561-565.
- 1959. Notes on insects, especially *Gymnaetron* spp. (Coleoptera : Curculionidae), associated with toadflax, *Linaria vulgaris* MILL. (Scrophulariaceae), in North America. — *Canad. Entomologist*, **91**, 116-121.
8. KOMBINATION BIOLOGISCHER UND CHEMISCHER VERFAHREN GEGEN ARTHROPODEN.
8. COMBINAISON DES MÉTHODES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES CONTRE LES ARTHROPODES.
8. INTEGRATION OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL METHODS AGAINST ARTHROPODS.
- ALLEN, H. W. — 1958. Orchard studies on the effect of organic insecticides on parasitism of the Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*). — *J. econ. Ent.*, **51**, 82-87.
- BAGGIOLINI, M. — 1958. Étude des possibilités de coordination de la lutte chimique et biologique contre *Cacoecia rosana* avec le concours de *Trichogramma cacoeciae*. — *Bull. Soc. ent. Suisse*, **31**, 35-44.
- BEINGOLEA, G. O. — 1957. Efecto depresor de algunos insecticidas de uso corriente en el algonodero sobre la fauna benefica. — *Programa Coop. de Expt. Agropecuaria, B. Trimes de Expt. Agropecuaria*, **6** (1), 2-3.
- 1957. Metasystox en el control de *Empoasca* sp. y su acción sobre la fauna benefica en el algonodero. — *Lima Estac. Expt. Agr. de La Molina, Informe Mens.* **31** (361), 1-10.
- 1958. Rotenona en el control de la cigarrita verde del algonodero *Empoasca* spp. — *Estac. exp. agr. de La Molina, Inf.* **107**, 21-37.
- 1958. Evidencia de un proceso regulador en la declinacion de las poblaciones estacionales de *Anomis texana* RILEY. — *Estac. exp. agr. de La Molina, Inf.* **107**, 1-20.
- CLANCY, D. W. & H. J. McALISTER. — 1958. New possibilities in apple pest control. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 181-185.
- 1958. Effects of spray practices on apple mites and their predators in West Virginia. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 597-601.
- COLLYER, E. & A. H. M. KIRBY. — 1959. Further studies on the influence of fungicide sprays on the balance of phytophagous and predacious mites on apple in South-East England. — *J. hort. Sci.*, London, **34**, 39-50.
- DÜRR, H. J. R., C. J. JOUBERT & S. S. WALTERS. — 1958. The effect of application to the soil of Aldrin, Dieldrin and Chlordane on infestations of the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) during a period of four years. — *South afr. J. agric. Sci.*, **1**, 75-82.



- FINKENBRINK, W. — 1958. Auf dem Wege zur eucoenotischen Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln. — *Meded. Landbouwhoogesch., Opzoek. stat. Gent*, **23**, 733-737.
- HAGEN, K. S. & R. A. SMITH. — 1958. Chemical and biological methods of pest control. — *Agric. Chem.*, Baltimore, **13**, 30-32, 89-92.
- KUENEN, D. J. — 1958. Influence of treatments on predators and other limiting factors of *Metatetranychus ulmi* (Koch). — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 611-615.
- LOOSJES, F. E. — 1957. Experiments with *Chaetospila elegans* (WESTW.) (Hymenoptera, Pteromalidae), a parasite of certain species of stored-product insects. — *Ent. Ber.*, Amsterdam, **17**, 74-76 (Orig. holländisch).
- LORD, F. T., H. J. HERBERT & A. W. MACPHEE. — 1958. The natural control of phytophagous mites on apple tree in Nova Scotia. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 617-622.
- MASSEE, A. M. — 1958. The effect on the balance of arthropod populations in orchards arising from the unrestricted use of chemicals. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 163-168.
- MATHYS, G. — 1958. The control of phytophagous mites in Swiss vineyards by *Typhlodromus* species. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 607-610.
- MICHELbacher, A. E. & ST. HITCHCOCK. — 1958. Induced increase of soft scales on walnut. — *J. econ. Ent.*, **51**, 427-431.
- PETERSEN, B. B. — 1958. The saw-fly *Lygaeonematus abietinus* CHRIST. — 2. continued control experiments and their effect on the parasitism of the larval stage. — *Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark*, **25**, 49-61 (Orig. dänisch).
- PICKETT, A. D., WM. L. PUTMAN & E. J. LEROUX. — 1958. Progress in harmonizing biological and chemical control of orchard pests in eastern Canada. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 169-174.
- POLJAKOV, I. M. — 1958. Über das System und die Entwicklung der Massnahmen zur Bekämpfung der Schädlinge und Pflanzenkrankheiten in Zusammenhang mit ihrem Einfluss auf die Biozönose. — *IX. Int. Konf. f. Quarantäne, Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* (Moskau, 1958), 17 pp. (Deutsche Ausgabe).
- RIPPER, W. E. — 1958. Experiments on the integration of biological and chemical control of insect pests. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **3**, 479-493.
- ROMANYK, N. — 1958. Los tratamientos y el parasitismo de *L. dispar* en los encinares de Salamanca. — *Bol. Serv. Plagas Forestales*, Madrid, **1** (1), 27-32.
- RUINARD, J. — 1958. Investigations into bionomics, economical importance and possibilities of control of the sugarcane stalkborers in Java. — Dissertation. *Ahrend-Globe*, Hilversum, 222 pp. (Orig. holländisch).
- ŠAPIRO, V. A. — 1956. Über die Wirkung der Insektizide auf die gemeinsam vorkommenden Baumwollschädlinge und ihre Räuber. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Ausgabe **7**, 133-146 (Orig. russisch).
- ŠAPIRO, V. A. & K. V. KAMENKOVA. — 1957. Über Möglichkeiten, eine chemische Behandlung mit DDT und die Tätigkeit der Parasiten bei der Bekämpfung der im Frühjahr in Forstanpflanzungen schädlichen Schmetterlinge zu verbinden. — *Sbornik V. I. Z. R.*, Ausg. **8**, 99-113 (Orig. russisch).
- SCHERNEY, F. — 1958. Über die Wirkung verschiedener Insektizide auf Laufkäfer (*Col. Carabidae*). — *Pflanzenschutz*, München, **10**, 87-92.
- SCHNEIDER, H. — 1958. Untersuchungen über den Einfluss neuzeitlicher Insektizide und Fungizide auf die Blutlauszehrwepe (*Aphelinus mali* HALD.). — *Ztschr. angew. Ent.*, **43**, 173-196.
- SPENGER, G. J. — 1957. On the iniquity of blanket sprays and dusts. — *Proc. ent. Soc. Brit. Columbia*, **54**, 49-50.
- STEINER, H. — 1958. Die Arthropoden des Apfelbaumes, ihre jahreszeitliche Verteilung und Möglichkeiten zur Ermittlung ihres Schädlichkeits- und Nützlichkeitsgrades. — *Verh. dtsh. Ges. angew. Ent.* **14. Mitgl. vers. (Göttingen 1957), 129-134.**



- STERN, V. M., R. VAN DEN BOSCH & D. BORN. — 1958. New control for alfalfa aphid (*Therioaphis maculata*). — *Calif. Agric.*, Berkeley, **12** (1), 4-5, 13.
- STEYN, J. J. — 1958. The effect of ants on citrus scales at Letaba, South Africa. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 589-594.
- VANDERPLANK, F. L. — 1959. Studies on the coconut pest, *Pseudotheraptus wayi* BROWN (*Coreidae*) in Zanzibar. III. A selective residual insecticidal formulation and its effects on the ecology of the insect. — *Bull. ent. Res.* **50**, 151-164.
- VRIE, M. VAN DE & H. J. DE FLUITER. — 1958. Some observations on the effect of insecticides and acaricides on the population of the European red spider mite (*Metatetranychus ulmi* KOCH) and its principal predators in commercial orchards in the Netherlands. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 603-606.
- WAY, M. J. — 1958. Effects of Demeton-methyl on some aphid predators. — *Plant Path.*, Harpenden, **7**, 9-13.
- WAY, M. J. & C. J. BANKS. — 1958. The control of *Aphis fabae* scop. with special reference to biological control of insects which attack annual crops. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal 1956), **4**, 907-909.



# BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LA SYSTÉMATIQUE DES INSECTES ENTOMOPHAGES

## III

(1958) \*

(Réunie par le Centre de documentation de la C.I.L.B.)

### I. PARASITES

#### A. — *Hymenoptera*

##### 1. *Ichneumonidae*

- AUBERT, J. F. — 1958. Les Ichneumonides du rivage méditerranéen français (Côte d'Azur). — *Ann. Soc. Ent. France*, **127**, 133-166.  
— 1958. Les Ichneumonides françaises voisines d'*Itopectis maculator* F. et leur biologie. — *Bull. Soc. Ent. Mulhouse*, janvier-février.  
— 1958. Ichneumonine Cyclopeustique d'un genre nouveau, espèce nouvelle, capturée sur le rivage méditerranéen. — *Id.*, juillet-octobre, 64-65.  
— 1958. Ichneumonide Pimpline d'un genre nouveau, espèce nouvelle, répandue sur le rivage méditerranéen. — *Id.*, décembre, 79-80.
- AUBERT, J. F. & V. LABEYRIE. — 1958. Nouvelle description et biologie de l'Ichneumonide *Diadromus varicolor* WSM. — *Id.*, 26.
- BAJÁRI, N. F. — 1958. Revision der Ichneumoniden-Typen von Kiss und Szépligeti. I. (*Hymenoptera*). — *Ann. hist. nat. Mus. Natl. Hung.*, **9**, 235-240.
- BAUER, R. — 1958. Neue Ichneumoniden aus Franken (*Hymenoptera* : *Ichneumonidae*). — *Beitr. Ent.*, **8**, 181-189.  
— 1958. Ichneumoniden aus Franken (*Hymenoptera* : *Ichneumonidae*). — *Id.*, **8**, 438-477.
- BURDICK, D. J. — 1958. A new species of *Idiogramma* FÖRSTER with notes on two other species (*Hymenoptera* : *Ichneumonidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 159-160.
- ČAPEK, M. — 1958. Revision der europäischen Arten der Gattung *Cosmophorus* RATZ. (*Hym. Braconidae*). — *Acta ent. Mus. Natl. Pragae*, **32**, 151-169.
- DOCAVO ALBERTI, I. — 1958-(1957). *Vipio falcoi* nov. sp. (*Hymen. Braconidae Braconini*). — *Bol. Soc. Espan. Hist. Nat.*, secc. biol., **55**, 399-402.
- FISCHER, M. — 1957. Zwei neue Parasiten aus der in den Blättern der Zwergbirke minierenden Raupe von *Stigmella nanivora* PET. — *Nachr. bl. Bayer. Ent.*, **6**, 41-43 (N. R. : *Braconidae*).  
— 1958. Neue *Cardiochiles*-Arten aus Aegypten (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Polsk. Pismo ent.*, **28**, 13-33.  
— 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil Ia (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, **70**, 33-70.  
— 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil Ib (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Id.*, **70**, 245-304.  
— 1958. Ueber die Variabilität von taxonomisch wichtigen Merkmalen bei *Opius concolor* SZÉPL. (*Hym., Braconidae*). — *Entomophaga*, **3**, 55-66.

(\*) Inclus les travaux de l'année 1957, omis dans la liste précédente (*Entomophaga*, **4**, 57-73, 1959).

- FISCHER, M. — 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil IIb (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Ann. hist. nat. Mus. Natl. Hung.*, **9**, 241-260.
- 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil IIc (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **62**, 210-219.
- 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil III. *Opius* s. str., Sektion C. (*Hymenoptera Braconidae*). — *Beitr. Ent.*, **8**, 189-212.
- 1958. Die europäischen Arten der Gattung *Opius* WESM. Teil IVb (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **32**, 295-316.
- 1958. Neue Braconiden aus dem Zoologischen Museum Berlin, Sammlung FÖRSTER. — *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, **34**, 173-182.
- GYÖRFI, J. — 1958. Neue Aphidiiden (*Hymenoptera*) aus den Karpatenbecken. — *Acta Zool.*, **4**, 131-134.
- HELLÉN, W. — 1958. Die *Chelonus*-Arten Finnlands (*Hym., Brac.*). — *Notulae Ent.*, **38**, 25-36.
- 1958. Zwei verschollene Ichneumonidenarten (*Hym.*). — *Id.*, **38**, 83-86.
- 1958. Zur Kenntnis der Braconiden (*Hym.*) Finnlands. II. Subfamilie *Helconinae* (part.). — *Soc. pro Fauna et Flora Fenn.*, **4**, p. 37.
- HEQVIST, K. J. — 1958. Notes on *Bracon hylobii* RATZ. (*Hym., Braconidae*), a parasite of the Pine Weevil (*Hylobius abietis* L.). — *Ann. Ent. Fenn.*, **24**, 73-78.
- MARTIN, J. C. — 1958. A new species of *Triaspis* HALIDAY (*Hymenoptera : Braconidae*). — *Canad. Ent.*, **90**, 191-192.
- MC COMB, C. W. — 1958. New synonymy in the genus *Aphaereta* with a redescription of *Aphaereta pallipes* (SAY) (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 223-224.
- MOMOI, S. — 1958. Notes on two species of *Xanthopimpla* of Japan (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 120.
- MUESEBECK, C. F. W. — 1958. Three new Aphid parasites from the Pacific Coast (*Hymenoptera : Braconidae, Aphidiinae*). — *Ent. News*, **69**, 141-146.
- 1958. New neotropical Wasps of the family *Braconidae* (*Hymenoptera*) in the U. S. National Museum. — *Proc. U. S. Natl. Mus.*, **107**, 405-461.
- NARAYANAN, E. S. & K. LAL. — 1958. A revised classification of the Indian *Ichneumonidae* (*Hymenoptera*). — *Indian J. Ent.*, **20**, 7-20.
- NOSKIEWICZ, J. — 1958. *Rhyssini* Schlesiens (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Polsk. Pismo ent.*, **28**, 91-108.
- PERKINS, J. F. — 1958. A new genus and three new species of *Polysphinctini* from Europe (*Hym., Ichneumonidae*). — *Entomologist*, **91**, 263-267.
- SMITH, L. K. — 1958. A revision of the subfamily *Orthocentrinae* (*Ichneumonidae, Hymenoptera*) of America North of Mexico. — *Diss. Abs.*, **18**, 22-72.
- ŠNOFLÁK, J. — 1958. Une nouvelle espèce du genre *Phaenotoma* (*Hym. Braconidae*). — *Zool. Listy*, **7**, 381-384.
- ŠTARÝ, P. — 1958. Notes on the *Braconidae* (*Hym.*) of Czechoslovakia. IV. (Part 2). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **55**, 21-33.
- 1958. A taxonomic revision of some Aphidiini genera with remarks on the subfamily *Aphidiinae* (*Hymenoptera : Braconidae*). — *Acta Faun. Ent. Mus. Natl. Pragae*, **3**, 53-96.
- TOBIAS, V. I. — 1958. The Braconids of the genera *Bracon* F. and *Habrobracon* Ashm. (*Hymenoptera, Braconidae*) of the steppe and desert areas of the U. R. S. S. — *Horae Soc. ent. sov.*, **46**, 68-108.
- TOWNES, H. — 1958. The application of the name *Plectiscus* (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 221.
- UCHIDA, T. — 1958. Anomalinen und Therioninen in der Sammlung des entomologischen Instituts der Hokkaido Universität (I). (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 85-108.
- 1958. Ein neuer Parasit des Bläulings (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Id.*, **21**, 109-111.
- 1958. Anomalinen und Therioninen in der Sammlung des entomologischen Instituts der Hokkaido Universität (II). — *Id.*, **22**, 40-58.
- 1958. Systematische Uebersicht der *Euceros*-Arten Japans (*Hym., Ichneumonidae*). — *Mushi*, **32**, 129-134.



- UCHIDA, T & S. MOMOI. — 1958. On the species of *Polyspincta* GRAVENHORTS and *Zatypota* FÖRSTER from Japan (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Ins. Matsum.*, **22**, 22-30.
- VIKTOROV, G. A. — 1958. Material on the taxonomy of the Ichneumon flies of the genus *Enicospilus* STEPHENS (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Zool. Zhur.*, **37**, 215-221.
- 1958. New *Ichneumonidae* (*Hymenoptera*) of Central Asia. — *Id.*, **37**, 1500-1508.
- WATANABE, C. — 1958. Further revisions of *Spinaria* and *Batotheca* ENDERLEIN, with description of a new genus (*Hymenoptera, Braconidae*). — *Acta Hym.*, **1**, 51-53.
- 1958. A revision of the species of the genus *Coeloides* WESMAEL occurring in Japan, with description of a new species (*Hymenoptera : Braconidae*). — *Ins. Matsum.*, **22**, 1-6.
- WATANABE, C & H. TOWNES. — 1958. *Hymenoptera*. — Insects of Micronesia, Honolulu, **19**, 19-87. (N. R. : *Ichneumonidae*, etc. by TOWNES).

## 2. Chalcidoidea

- ALAM, S. M. — 1957. The taxonomy of some British Encyrtid parasites (*Hymenoptera*) of Scale insects (*Coccidoidea*). — *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, **109**, 421-466.
- BOUČEK, Z. — 1958. Revision der europäischen *Tetracampidae* (*Hym.*, *Chalcidoidea*) mit einem Katalog der Arten der Welt. — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **32**, 41-90.
- 1958. Eine Cleonyminen-Studie, Bestimmungstabelle der Gattungen mit Beschreibung und Notizen, eingeschlossen einige *Eupelmidae* (*Hym. Chalcidoidea*). — *Id.*, **32**, 353-386.
- 1958. To the taxonomy of the European species of *Schizonotus* and *Caenocrepis* — parasites of economic importance — with notes and some new synonymy in *Pteromalidae* and *Eurytomidae* (*Hym.*). — *Id.*, **32**, 395-404.
- 1958. Description of a new *Tropimeris* and a new *Tanycoryphus* (*Chalcidoidea, Hym.*). — *Id.*, **32**, 481-486.
- BUGBEE, R. E. — 1958. A study of hybridization in the genus *Eurytoma* ILLIGER including descriptions of two new species and a redescription of *E. querci-globuli* (FITCH.) (*Eurytomidae Hymen.*). — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **51**, 193-199.
- 1958. A new species of *Eurytoma* ILLIGER, parasitic on Nantucket Pine Moth, *Rhyaciona frustrana* (COMSTOCK) and the European Pine Shoot Moth, *R. buoliana* (SCHIFFERMULLER). (*Hymenoptera : Eurytomidae; Lepidoptera : Olethreutidae*). — *J. Kans. Ent. Soc.*, **31**, 197-200.
- BURKS, B. D. — 1958 (1957). A new parasite of the Rhodes-grass Scale (*Hymenoptera, Encyrtidae*). — *Bull. Brookl. Ent. Soc.*, **52**, 124-217.
- 1958. A North American *Colotrechnus* (*Zanonina*) (*Hymenoptera; Pteromalidae*). — *Fla. Ent.*, **41**, 13-16.
- 1958. A recharacterization of the genus *Coelopencyrtus*, with descriptions of two new species (*Hymenoptera : Encyrtidae*). — *J. wash. Acad. Sci.*, **48**, 22-26.
- 1958. Three species of *Eurytoma* important in biological control of Weeds (*Hymenoptera, Eurytomidae*). — *Ent. News*, **69**, 177-185.
- CALTAGIRONE, Z. L. — 1957. Acerca de la posición sistematica de *Arrenoclavus koehleri* (BLANCH.) (*Hym., Encyrtidae*). — *Dir. Nac. Agr. Chile, Agr. Téc.*, **17**, 52-53.
- CLARIDGE, M. F. — 1958. *Tetramesa* WALKER 1848, a valid name for *Isosoma* WALKER 1832 in place of *Harmolita* MOTSCHULSKY 1863, with a short discussion on some *Eurytomid* genera (*Hym., Eurytomidae*). — *Ent. Mon. Mag.*, **94**, 81-85.
- 1958. The British and Scandinavian species of the genus *Cheiloneurus* WESTWOOD (*Hym., Encyrtidae*). — *Id.*, **94**, 156-161.
- 1958. A further record, with a note on the biology, of *Merisus splendidus* WALKER (*Hym., Pteromalidae*). — *Id.*, **94**, 227.
- COMPÈRE, H. — 1957. Description of species of *Metaphycus* recently introduced into California and some corrections. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, **15**, 221-230.

- DELUCCHI, V. — 1958. *Pteromalus pini* HARTIG (1838) : specie tipo di *Beierina* gen. nov. (Hym., Chalcidoidea). — *Entomophaga*, **3**, 271-274.
- 1958. *Lithocolletis messaniella* ZELLER (Lep. Gracilariidae) : analysis of some mortality factors with particular reference to its parasite complex. — *Entomophaga*, **3**, 203-270. (N. R. : systématique des Eulophides).
- ERDÖS, J. — 1958. *Eulophidae in Hungaria recenter detectae*. — *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, **3**, 205-223.
- 1958. *Enumeratio systematica Thysanidarum et Aphelinidarum* (Hym.) Hungariae regionumque finitimarum cum datis earum ethologicis. — *Folia Ent. Hung.*, **11**, s. n., 71-102.
- FERRIÈRE, C. — 1958. *Podagrionidae d'Afrique* : Espèces des genres *Pachytomoides* GIRAULT, *Mantiphaga* FERRIÈRE et *Iridophaga* PICARD. — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **94**, 277-292.
- 1958. Un nouveau parasite de Thrips en Europe centrale (Hym., Euloph.). — *Bull. Soc. Ent. Suisse*, **31**, 320-324.
- FERRIÈRE, C. & G. J. KERRICH. — 1958. Handbooks for identification of British insects. *Hymenoptera*. 2. *Chalcidoidea*, sect. (a). — *R. ent. Soc. Lond.*, **8**, Pt. 2 (a), 1-40.
- Ghesquière, J. — 1958. *Rhopomorphus varleyellus* gen. et sp. n. (Hymenoptera : Chalcidoidea : Encyrtidae). — *Proc. R. ent. Soc. Lond.* (B), **27**, 25-29.
- GRADWELL, G. R. — 1958. The selection of a neotype for *Melittobia hawaiiensis* PERKINS and re-erection of the genus *Aceratoneuromyia* GIRAULT (Hym., Eulophidae). — *Ent. Mon. Mag.*, **94**, 277-278.
- GRAHAM, M. W. R. DE V. — 1958. Notes on some genera and species of Encyrtidae (Hym., Chalcidoidea), with special reference to DALMAN's types. — *Entomol. Ts.*, **79**, 147-175.
- 1958. The identity of the genus *Janvartsovia* NIKOL'SKAYA (Hym., Chalcidoidea, Pteromalidae). — *Ent. Mon. Mag.*, **94**, 120.
- 1958. *Merisus splendidus* WALKER (Hym., Chalcidoidea, Pteromalidae) new to Britain. — *Id.*, **94**, 131.
- 1958. Notes on *Pteromalidae* (Hym., Chalcidoidea), with descriptions of new genera and species. — *Trans. Soc. Brit. Ent.*, **13**, 97-112.
- 1958. Keys to the British genera and species of *Elachertinae*, *Eulophinae*, *Entedontinae*, and *Euderinae* (Hym., Chalcidoidea). — *Id.*, **13**, 169-204.
- HEQVIST, K. J. — 1958. Notes on Chalcidoidea. II. Chalcids reared from *Chionaspis salicis* L. — *Entomol. Ts.*, **79**, 55-57.
- 1958. Notes on Chalcidoidea. III. A new genus and species of *Lamprotatinae*. — *Id.*, **79**, 58-60.
- 1958. Notes on Chalcidoidea. V. A revision of the genus *Lycisca* SPIN. and description of some new genera and species. — *Id.*, **79**, 176-200.
- HOFFER, A. — 1958. Die tschechoslowakischen Arten der Gattung *Paraphaenodiscus* GIR. and *Paraphaenodiscoides* MERC. — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **55**, 250-263.
- JANSSON, A. — 1958. Studier över Svenska Chalcidider. 5-6. — *Entomol. Ts.*, **79**, 123-130.
- KERRICH, G. J. — 1958. Systematic notes on *Perilampidae* (Hym. Chalcidoidea). — *Opusc. Ent.*, **23**, 77-84.
- MILLER, C. D. F. — 1958. A new species of *Copidosoma* closely related to *C. nanellae* SILVESTRI (Hymenoptera : Encyrtidae). — *Pan Pacif. Ent.*, **34**, 57-61.
- RICHARDS, O. W. — 1958. A British record of *Dusmetia pulex* (RUSCHKA) (Chalcidoidea, Encyrtidae). — *Proc. R. ent. Soc. Lond.*, **27**, 61-62.
- RISBEC, J. — 1958. Chalcidoïdes nouveaux d'Afrique du Sud. — *Occas. Papers Nat. Mus. South. Rhodesia*. **22** B, 147-162.
- 1958. Contributions à la connaissance des Hyménoptères Chalcidoïdes et Proctotrupoides de l'Afrique noire. — *Ann. Sci. Zool. Mus. Roy. Congo belge*. **64**, 139 pages.
- ROSEN, H. VON. — 1958. Ein neuer *Mesopolobus* aus Schweden (Hym., Chalc., Pteromalidae). — *Entomol. Ts.*, **79**, 51-54.
- 1958. Zur Deutbarkeit einiger älterer *Mesopolobus*-Arten (Hym., Chalc., Pteromalidae). — *Id.*, **79**, 131-146.

- 1958. Zur Kenntnis der europäischen Arten des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* WESTWOOD 1833 (Hym., Chalc.). — *Opusc. Ent.*, **23**, 203-240.
- STEFFAN, J. R. — 1958. *Brachymeria* (Hym., Chalcididae) parasites de *Anomis flava* F. à Madagascar. — *Entomophaga*, **3**, 275-280.
- SUGONJAYEV, E. S. — 1958. On some parasitic Chalcid-Wasps infesting Scale-insects (Hymenoptera, Chalcidoidea) in Leningrad region. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 308-318.
- SUNDBY, R. — 1958. Variation in the colour pattern in two species of *Cirrospilus* (Hym., Eulophid). — *Norsk Ent. Ts.*, **10**, 181-183.
- TACHIKAWA, T. — 1958. On the genus *Azotus* HOWARD (Hymenoptera, Aphelinidae), and a correction of *Azotus*-species name given in my previous paper. — *Japan J. appl. Ent. & Zool.*, **2**, 61-62.
- 1958. A note on *Arrhenophagus chionaspidis* AURIVILLIUS (Hymenoptera, Encyrtidae, Arrhenophaginae). — *Ins. Matsum.*, **21**, 118-119.
- 1958. On the Japanese species of the genus *Anicetus* parasitic on the Wax Scales on the genus *Ceroplastes* (Hymenoptera : Encyrtidae). — *Mushi*, **32**, 77-82.
- WATANABE, C. & H. TOWNES. — 1958. Hymenoptera. — Insects of Micronesia, Honolulu, **19**, 19-87. (N. R. : Eucharidae by WATANABE).

### 3. Proctotrupeoidea

- HELLÉN, W. — 1958. *Psilus cephalotes* n. sp., eine neue nordische Diapriiden-Art (Hym., Proct.). — *Notulae Ent.*, **38**, 1-2.
- MASNER, L. — 1957. First preliminary report on the occurrence of genera of the group Proctotrupeoidea in Czechoslovakia (Second Part — Superfamily Proctotrupeoidea s. str.). — *Acta Faun. Ent. Mus. Natl. Pragae*, **2**, 83-107.
- 1957. Bemerkungen zur Gattung *Elysoceraphron* SZEL. (Hym., Ceraphronoidea). — *Nachr. bl. Bayer. Ent.*, 6. Jhg., 81-84.
- 1958. A new egg-parasite of Gipsy Moth *Lymantria dispar* (L.). — *Entomophaga*, **3**, 39-44.
- 1958. Neue Scelioniden aus Grotten von Französisch Aequatorial-Afrika (Hym., Scelionoidea). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **31**, 45-51.
- 1958. Zusätzliche Bemerkungen zur Gattung *Iphitrachelus* WALK. (Hym., Scelionoidea). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **31**, 52-56.
- 1958. An interesting new genus of Scelionidae from S. W. Africa (Hymenoptera : Proctotrupeoidea). — *Proc. R. ent. Soc. Lond.*, **27**, 101-104.
- 1958. A new genus of Proctotrupidae from Japan (Hymenoptera : Proctotrupeoidea). — *Beitr. Ent.*, **8**, 477-481.
- MUSIL, M. — 1958. Eine neue Art der Gattung *Inostemma* HALIDAY aus der Slowakei (Hym., Proct.). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **55**, 350-353.
- NIXON, G. E. J. — 1957. Handbooks for the Identification of British Insects. Hymenoptera, Diapriidae, subfam. Belytinae. — *R. Ent. Soc. Lond.*, **8**, Pt. 3, p. 107.
- 1958. A synopsis of the African species of *Scelio* LATREILLE (Hymenoptera : Proctotrupeoidea, Scelionidae). — *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, **110**, 303-318.
- PASTEELS, J. — 1957. Révision du genre *Gasteruption* (Hymenoptera, Evanoidea, Gasteruptionidae). Espèces australiennes. — *Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique*, **56**, p. 125.
- 1958. Trois nouveaux *Gasteruption* (Hymenoptera, Evanoidea, Gasteruptionidae) d'Afrique occidentale. — *Bull. & Ann. Soc. Roy. Ent. Belgique*, **94**, 125-128.
- 1958. Révision du genre *Gasteruption* (Hymenoptera, Evanoidea, Gasteruptionidae). V. Espèces indo-malaises. — *Bull. & Ann. Soc. Roy. Ent. Belgique*, **94**, 169-213.
- PSCHORN-WALCHER, H. — 1958. Vorläufige Gliederung der palaearktischen Proctotrupidae. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **31**, 57-64.
- 1958. Zur Kenntnis der Proctotrupidae der Thomsonina-Gruppe (Hymenoptera). — *Beitr. Ent.*, **8**, 724-731.
- RISBEC, J. — 1958. Un nouveau Sparassion d'Afrique du Sud (Hym., Proctotrupidae, Scelionidae). — *Occas. Papers Natl. Mus. South Rhodesia*, **22B**, 144-146.

- 1958. Contributions à la connaissance des Hyménoptères Chalcidoïdes et Proctotrupoïdes de l'Afrique noire. — *Ann. Sci. Zool. Mus. Roy. Congo belge*, **64**, p. 139.
- ŠEDIVÝ, J. — 1958. Tschechoslowakische Arten der Gasteruptioniden (*Hym.*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **55**, 34-43.
- SZABO, J. B. — 1957. Eine neue Art der Gattung *Telenomus* HALIDAY (1833) aus Ungarn (*Hymenoptera, Proctotrupeoidea*). — *Folia ent. Hung.*, **10**, s. n., 259-262.
- 1957. Description of a new genus and some new species of the family *Scelio-nidae* from Hungary (*Hym. Proctotrupeoidea*). — *Id.*, **10**, n. s., 289-300.
- 1958. Notizen über die verkannte Gattung *Paratrimorus* KIEFFER 1908 (*Hymenoptera, Proctotrupeoidea*). — *Ann. hist. nat. Mus. Natl. Hung.*, **9**, s. n., 271-279.
- YASUMATSU, K. — 1958. A new species of the genus *Ropronia* from Saghalien (*Hymenoptera, Roproniidae*). — *Ins. Matsum.*, **21**, 112-114.

#### 4. *Cynipoidea*

- HELLÉN, W. — 1958. Die Figitiden Finnlands (*Hym., Cyn.*). — *Notulae Ent.*, **38**, 52-60.

#### 5. *Chrysidoidea*

- BYTINSKI-SALZ. — 1957. *Coleoptera* and *Hymenoptera* from a journey through Asia Minor. II. — *Istanbul U. Fen Fak. Mecmuası*, **22**, ser. B, 163-169.
- KROMBEIN, K. V. — 1958. Biology and taxonomy of the Cuckoowasps of coastal North Carolina (*Hymenoptera, Chrysidae*). — *Trans. Amer. Ent. Soc.*, **84**, 141-168.
- NOSKIEWICZ, J. & W. PULAWSKI. — 1958. Keys for identification of Polish Insects. *Hymenoptera. Chrysidae-Cleptidae*, **24**, fasc. 55-56, Warszawa.

#### 6. *Bethylloidea*

- BENOIT, P. L. G. — 1957. Exploration du Parc Natl. Albert. Mission G. F. DE WITTE (1933-1935). *Hymenoptera, Bethyloidea*. — *Inst. Parcs Nat. Congo belge*, **88**, p. 57.
- RICHARDS, O. W. — 1958. Records of Indian *Sclerogibbinae* (*Hymenoptera : Bethyloidea*). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **1**, ser. 13, 17-18.
- YASUMATSU, K. — 1958. A new addition to the genera of the *Sclerogibbidae* (*Hymenoptera*). — *Kontyû*, **26**, 20-24.

#### 7. *Scolioidea*

- BRADLEY, J. C. — 1958. Synonymy in the Oriental species of the subgenus *Microscolia* BETREM (*Hymenoptera : Scoliidae*). — *Pan Pacif. Ent.*, **34**, 101-103.
- GUIGLIA, D. — 1958. *Scoliidae* (*Hymenoptera Scoliidae*). — *Parc Natl. Upemba*, Miss. DE WITTE, *Fasc.* **50**, 55-60.
- 1958. Osservazioni su specie del genere *Myzine* (*Hymenoptera : Tiphidae*). — *Doriana*, **2**, 1-7.
- GUIGLIA, D. & J. G. BETREM. — 1958. The identity of the *Scoliidae* described by J. L. CHRIST (*Hymenoptera*). — *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, **70**, 92-99.
- SUAREZ, F. J. — 1958. Descripción de nuevas formas de *Myrmilla* WESM. pertenecientes al grupo *bipunctata* (LATR.)-*chiesii* (SPIN.) (*Hym. Mutillidae*). — *EOS*, **34**, 89-98.
- WASBAUER, M. S. — 1958. A new genus of Brachycistidine Wasps (*Hymenoptera, Tiphidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 139-142.

#### 8. *Formicidae*

- BERNARD, F. — 1957. *Xenometa* EMERY, genre de fourmis parasite nouveau pour l'ancien monde (*Hym. Formicidae*). — *Bull. Soc. Ent. France*, **62**, 100-103.



## B. — Diptera

### 1. Phoridae

- BEYER, E. — 1958. Drei neue Phoriden aus Japan und Finnland. — *Notulae Ent.*, **38**, 104-108.
- BORGMEIER, T. — 1957. Ueber die Typen der von Prof. CARLOS SILVA FIGUEROA im Jahre 1916 aus Chile beschriebenen Phoriden (*Diptera*, *Phoridae*). — *Rev. Chil. Ent.*, **5**, 23-34.
- SCHMITZ, H. — 1958. *Megaselia aquilonia* n. sp. aus schwedisch LAPPLAND (*Phoridae*, *Diptera*). — *Brotéria*, **27**, 103-107.

### 2. Tachinidae

- ARNAUD, P. H. — 1958. A note on *Salmacia frontosa* variety *atra* (COCKERELL) (*Diptera* : *Larvaevoridae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 61-62.
- BLANCHARD, E. E. — 1958. Tres dipteros parasitos del bicho quemador (*Dipt. Exoristidae*). — *An. Soc. Cien. Argentina*, **166**, 35-40.
- DUPUIS, C. — 1958. Contributions à l'étude des *Phasiinae* cimicophages, XXII. Dates de publication des Diptères du Turkestan de LOEW; cas particulier du genre *Apostrophus* LOEW 1871. — *Beitr. Ent.*, **8**, 692-696.
- FENNAH, R. G. — 1958. A new Dexiine parasite of *Tragocephala* from West Africa (*Diptera* : *Tachinidae*). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **1**, ser. 13, 682-684.
- HAYS, K. L. — 1958. Description of the larva and adult female of *Phorostoma tabanivora* (HALL) (*Diptera* : *Larvaevoridae*) and notes on the biology of the species. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **51**, 552-553.
- MESNIL, L. P. — 1958. Sur quelques tachinaires récoltés dans la réserve du mont Nimba en Guinée française. — *Acta Trop.*, **15**, 251-254.
- REINHARD, H. J. — 1958. Notes on *Spathimeigenia* with descriptions of four new species (*Diptera*, *Tachinidae*). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 207-212.
- 1958. New genera and species of North American *Tachinidae* (*Diptera*). — *J. Kansas Ent. Soc.*, **31**, 225-232.
- 1958. North American *Tachinidae* (*Diptera*). — *Id.*, **31**, 277-284.
- 1958. New American *Tachinidae* (*Diptera*). — *Ent. News*, **69**, 233-242.
- 1958. Parasitic Flies of the genus *Mochlosoma* (*Tachinidae*, *Diptera*). — *Canad. Ent.*, **90**, 98-110.

## C. — Strepsiptera

- HEQVIST, K. J. — 1958. Fynd av en representant för *Halictophagidae*, en för vårt land ny familj inom ordningen *Strepsiptera*. — *Entomol. Ts.*, **79**, 61-65.

## II. PREDATEURS

### A. — Hymenoptera

#### 1. Sphecoidea

- BEAUMONT, J. DE. — 1957. Note sur trois *Lindenius* nord-africains (*Hym. Specid.*). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **30**, 167-168.
- 1958. *Cerceris* de Grèce et de Chypre (*Hym.*, *Sphecid.*). — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **31**, 270-290.
- BOHART, R. M. — 1958. A new *Priononyx* and a key to the North American species (*Hymenoptera* : *Sphecidae*). — *Bull. Brooklyn Ent. Soc.*, **53**, 90-93.
- 1958. A North American species of the genus *Prosopigastra* (*Hymenoptera*, *Sphecidae*). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 122-124.

- COURT, H. K. & R. M. BOHART. — 1958. New species of *Lindenius* from Western North America (Hymenoptera : Sphecidae). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 161-167.
- FRITZ, M. A. — 1957. Himenopteros Neotropicales I. — *Rev. Soc. Ent. Argentina*, **20**, 53-56.
- LECLERCQ, J. — 1957. Recherches systématiques et taxonomiques sur le genre *Podagrītus* (Hym. Sphecidae, Crabroninae). — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique*, **33**, p. 7.
- 1957. Idem, II. Introduction à l'étude des espèces sud-américaines et révision des sous-genres *Echucoides* et *Echuca*. — *Id.*, **33**, p. 23.
- 1957. Idem, III. Révision des *Podagrītus* subg. *Podagrītis*. — *Id.*, **33**, p. 18.
- 1958. Crabroniens du Sud-Est Asiatique, nouveaux ou peu connus. II. Genre *Lestica* subg. *Solenius* (Hym., Sphecidae). — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **94**, 79-87.
- 1958. Idem, III. Genres *Encopognatus* et *Entomognatus* (Hym. Sphecidae). — *Id.*, **94**, 99-101.
- 1958. Idem, IV. Genre *Ectemnius* : Tableau des sous-genres; espèces appartenant aux sous-genres *Thyreocerus*, *Policrabro*, *Yanonus*, *Clytochrysus* et *Metacrabro*. — *Id.*, **94**, 102-117.
- 1958. Idem, V. Révision des *Ectemnius* subg. *Cameronitus* LECLERCQ (Hym. Sphecidae). — *Id.*, **94**, 134-155.
- MOCZAR, L. — 1957. Zwei neue Formen der Unterfamilie Crabroninae aus Ungarn (Hymenoptera). — *Folia Ent. Hung.*, **10**, s. n., 423-426.
- 1958. Die ungarischen Vertreter der Tribus Oxybelini (Hymenoptera, Sphecidae) unter Berücksichtigung der westpaläarktischen Arten. — *Ann. hist. nat. Mus. Natl. Hung.*, **9**, n. s., 281-299.
- PRIESNER, H. — 1958. The Egyptian species of the genus *Bembyx* F. (Hymenoptera : Sphecidae). — *Bull. Soc. Ent. Egypte*, **42**, 1-36.
- PULAWSKI, W. J. — 1958. Une espèce paléarctique du genre *Diploplectron* FOX (Hymenoptera : Sphecidae). — *Bull. Soc. Ent. Egypte*, **42**, 473-476.
- 1958. Sphecidae (Hymenoptera) récoltés pendant un voyage en Bulgarie. — *Polsh. Pismo Ent.*, **27**, 161-192.
- 1958. Deux espèces nouvelles du genre *Astata* LATR. (Hym. Sphecid.) de la Hongrie. — *Id.*, **27**, 193-197.
- VALKEILA, E. — 1958. Mitteilungen über die nordeuropäischen *Spilomena*-Arten (Hym., Sphecoidea). — *Ann. Ent. Fenn.*, **23**, 163-178.
- WILLIAMS, F. X. — 1958. Four new Sphecid Wasps from Western North America (Hymenoptera : Sphecidae, Larrinae). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 207-213.

## B. — Diptera

### 1. Chamaemyiidae

- FREY, R. — 1958. Ueber *Leucopis* (*Leucopiola*) *hyalipennis* ZETT. (Dipt., Chamaemyiidae). — *Notulae Ent.*, **38**, 110-111.
- SMITH, K. G. V. — 1958. The identity of *Leucopis griseola* (FALLÉN) (Dipt., Chamaemyiidae) with notes on the immature stages. — *Opusc. Ent.*, **23**, 245-247.
- TANASITSHUK, V. N. — 1958. New species of the genus *Leucopis* (Diptera, Chamaemyiidae) from Leningrad region, NW USSR. — *Trudi Zool. Inst. Akad. Nauk USSR*, **24**, 89-98.

### 2. Asilidae

- BLASDALE, P. — 1957. The Asilidae (DIPTERA) of the genus *Philodiscus* LOEW in the Ethiopian Region. — *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, **109**, 135-148.
- HULL, F. M. — 1957. Some Flies of the family Asilidae (Diptera). — *Psyche*, **64**, 90-96.
- 1957. New species of Flies of the genus *Bathypogon* LOEW. — *J. N. Y. Ent. Soc.*, **65**, 199-202.

- 1957. More Flies of the family *Asilidae* (Diptera). — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **10**, 884-895.
- 1958. Some Rubber Flies (Diptera : *Asilidae*). — *Ent. News*, **69**, 99-108.
- 1958. Some species of the genus *Bathypogon* LOEW. — *Id.*, **69**, 187-191.
- 1958. Some Flies of the family *Asilidae* (Diptera) from Australia and Brazil. — *Proc. R. ent. Soc. Lond.* (B), **27**, 160-164.
- 1958. Some new species of the genus *Bathypogon* LOEW (Diptera : *Asilidae*). — *Bull. Brooklyn Ent. Soc.*, **53**, 62-65.
- 1958. A new genus and two new species of *Asilidae* (Diptera). — *Id.*, **53**, 94-99.
- 1958. New genera of Robber Flies (Diptera, *Asilidae*). — *Rev. Bras. Biol.*, **18**, 317-324.
- 1958. Some species and genera of the family *Asilidae* (Diptera). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 251-257.
- JANSSENS, E. — 1957. Contribution à l'étude des *Leptogastrinae* (Diptera *Asilidae*). — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique*, **33**, p. 12.
- LEHR, P. A. — 1958. New species of Robber Flies (Diptera, *Asilidae*) in the fauna of USSR. — *Rev. Ent. URSS*, **37**, 753-758.

### 3. *Syrphidae*

- HULL, F. M. — 1957. Some undescribed species of the genus *Baccha* FABRICIUS (Diptera : *Syrphidae*). — *J. N. Y. Ent. Soc.*, **65**, 187-190.
- KEISER, F. — 1958. Beitrag zur Kenntnis der Syrphidenfauna von Ceylon (Dipt.). — *Rev. suisse Zool.*, **65**, 185-239.
- LECLERCQ, M. — 1958. Mission JANSSENS et R. TOLLET en Grèce (juillet-août 1953) (17<sup>e</sup> note). *Diptera Syrphidae*. — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **94**, 65-66.
- STACKELBERG, A. A. — 1958. The palearctic species of the genus *Spilomyia* MC. (Diptera, *Syrphidae*). — *Rev. Ent. U. R. S. S.*, **37**, 759-768.
- VOCKEROTH, J. R. — 1958. Two new nearctic species of *Spilomyia* (Diptera, *Syrphidae*), with a note on the taxonomic value of wing microtrichia in the *Syrphidae*. — *Canad. Ent.*, **90**, 284-291.
- ZIMINA, L. V. — 1958. A new genus of Hover-flies (Diptera, *Syrphidae*) indigenous to the USSR. — *Rev. Ent. U. R. S. S.*, **37**, 206-207.

## C. — *Coleoptera*

### 1. *Coccinellidae*

- BIELAWSKI, R. — 1957. Notes on Japanese species of the genus *Scymnus* KUGELAN (Coleoptera : *Coccinellidae*). — *Trans. Shikoku Ent. Soc.*, **5**, 69-76.
- 1957. *Coccinellidae* (Coleoptera) von Ceylon. — *Verh. naturf. Ges. Basel*, **68**, 72-96.
- 1958. A revision of the genus *Anisosticta* DUPONCH., with description of a new species from Siberia (Coleoptera, *Coccinellidae*). — *Ann. Zool.*, **17**, 91-112.
- HALL, J. C. & C. A. FLEISCHNER. — 1958. A new species of *Stethorus* WEISE from Guatemala now being released in California (Coleoptera, *Coccinellidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 98-100.
- MADER, L. — 1957. Neue südamerikanische *Coccinelliden* (Coleoptera, *Coccinellidae*). — *Rev. Chil. Ent.*, **5**, 73-94.
- 1958. Die amerikanischen *Coccinelliden* der Gruppe *Synonychini*. — *Ann. naturh. Mus. Wien*, **62**, 236-249.
- 1958. *Subcoccinella syriaca* nov. spec. (Col. *Coccin.*). — *Id.*, **62**, 250.
- 1958. Neue *Coccinelliden* (Col.). — *Ent. Arb. Mus. G. Frey*, **9**, 178-183.
- MIYATAKE, M. — 1958. Notes on *Scymnus* (s. str.) *hareja* WEISE as a predator of Scale insects, with taxonomical notes on its allied species (Coleoptera, *Coccinellidae*). — *Japan J. appl. Ent. & Zool.*, **2**, 251-257.

2. *Staphylinidae*

- DVOŘÁK, R. — 1958. Seven new species of *Philonthus* from Japan (IV. Contribution to the knowledge of Japanese *Staphylinidae*). — *Mushi*, **32**, 135-141.
- FAGEL, G. — 1957. Contribution à la connaissance des *Staphylinidae*. XXXIX. *Oxytelini* nouveaux d'Afrique noire. — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique*, **33**, p. 16.
- SCHEERPELTZ, O. — 1957. *Staphylinidae* (Col.) von Sumba und Flores. — *Verh. naturf. Ges. Basel*, **68**, 217-357.
- 1958 (1957). Wissenschaftliche Ergebnisse der von Herrn Dr. K. LINDBERG, Lund, im Jahre 1956 nach der Türkei und Armenien unternommenen Reise : *Coleoptera*, *Staphylinidae*. (82. Beitrag zur Kenntnis der paläarktischen Staphyliniden). — *Entomol. Ts.*, **78** (suppl.), 3-37.
- SMETANA, A. — 1958. Bestimmungstabelle der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Philonthus* CURT. sensu lato. 4. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Philonthus* CURT. (Col., *Staphylinidae*) der paläarktischen Region. — *Ent. Blätt.*, **54**, 140-175.

3. *Carabidae*

- BASILEWSKY, P. — 1957. Sur les types de Carabides africains décrits par L. IMHOFF (Col. Carab.). — *Verh. naturf. Ges. Basel*, **68**, 119-121.
- 1958. Contributions à la connaissance des *Lebiinae* d'Afrique. IV. (*Coleoptera* *Carabidae*). — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **94**, 323-341.
- BOGAČEV, A. V. & V. N. KURNAKOV. — 1958. L'espèce nouvelle du genre *Pterostichus* BON. (*Coleoptera*, *Carabidae*) d'Ossétie. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 174-175.
- BRITTON, E. B. — 1958. The New Zealand genus *Duvaliomimus* JEANNEL (*Coleoptera*, *Carabidae*). — *Proc. R. ent. Soc. Lond.* (B), **27**, 183-188.
- CABIDOCHÉ, N. — 1958. Sur les races de l'*Heptoderus abacoides* DEJEAN (Col. *Carabidae*). — *Rev. Franç. Ent.*, **25**, 16-18.
- COLAS, G. — 1958. Note sur le type du *Carabus* (*Chrysotribax*) *hispanus* FABRICIUS (Col. *Carabidae*). — *Bull. Soc. Ent. France*, **63**, 44-45.
- COLAS, G. & J. MATEU. — 1958. Une excursion entomologique aux îles Desertas (Archipel de Madère). — *Rev. Franç. Ent.*, **25**, 316-324.
- DORSELAER, R. VAN. — 1957. Une aberration nouvelle du *Chrysocarabus auronitens* F. : *ab. christyi* ab. nov. — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **93**, 296-297.
- EL-MOURSY, A. A. — 1958. A revision of the species of the subgenus *Plectralidus* (*Harpalus*, *Harpalini*, *Carabidae*) from North America. — *Coleopterist's Bull.*, **12**, 36-42.
- HABU, A. — 1958. On a new species of *Clivina* from North China (*Coleoptera*, *Carabidae*). — *Kontyû*, **26**, 2-4.
- 1958. The *Carabidae*-fauna of Mt. Hiko, XI. On a species of *Agonum* from Mt. Hiko, Kyushu. — *Id.*, **26**, 5-6.
- 1958. On new *Bembidion*-species from North Japan (Col., *Carabidae*). — *Id.*, **26**, 64-67.
- 1958. Three new species of the genus *Pterostichus* from Japan (*Coleoptera*, *Carabidae*). — *Id.*, **26**, 68-75.
- 1958. Study on the species of the subgenus *Rhagadus* of *Pterostichus* from Japan. — *Mushi*, **31**, 1-13.
- JEANNEL, R. — 1958. Carabiques endogés de Madagascar et de l'île Maurice. — *Rev. Franç. Ent.*, **25**, 159-170.
- JEDLIČKA, A. — 1957. Beitrag zur Kenntnis der Carabiden aus der palaearktischen Region (*Coleoptera*). — *Acta Mus. Silesiae*, **6**, 22-34.
- 1958. Ueber *Chlaenius*-Arten aus Afrika (Col. *Carabidae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **55**, 12-16.
- 1958. Neue Carabiden aus den Sammlungen des ungarischen naturwissenschaftlichen Museums in Budapest (*Coleoptera*). — *Ann. hist. nat. Mus. Natl. Hung.*, **9**, n. s., 183-188.
- 1958. Beitrag zur Kenntnis der palaearktischen Carabiden (*Coleoptera*). — *Acta Ent. Mus. Natl. Pragae*, **32**, 223-246.



- KURNAKOV, V. N. — 1958. Contributions à la faune des Carabiques (*Coleoptera*, *Carabidae*) du Caucase. I. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, **37**, 414-431.
- LOUWERENS, C. J. — 1958. New *Carabidae*, chiefly from Borneo and Celebes (*Coleoptera*). — *Treubia*, **24**, 251-260.
- MATEU, J. — 1957. Révision de los *Dromius* BONELLI y *Philorhizus* HOPE de las Islas Canarias y Madera (*Col. Carabidae*). — *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique*, **33**, p. 30.
- 1958. Nuevas especies de Carabidos de las islas atlánticas y del Sur de España. — *Eos*, **34**, 149-156.
- STRANEO, S. L. — 1957. Los insectos de las islas Juan Fernandez. 36. *Carabidae* (*Coleoptera*) (Suppl.). — *Rev. Chil. Ent.*, **5**, 445-449.
- 1958. Sugli *Abacetus* (*Coleoptera Carabidae*) del gruppo dell'*A. wakefieldi* BATES. — *Bull. & Ann. Soc. R. Ent. Belgique*, **94**, 265-276.
- 1958. An *abacetus* (*Coleoptera, Carabidae*) feeding in Locust egg-pods. — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, **27**, 30-32.
- 1958. Sull'identità dell'*Amara puncticollis* DEJEAN. — *Boll. Soc. Ent. Ital.*, **88**, 88-91.
- TANAKA, K. — 1958. A new subgenus and two new species of the genus *Pterostichus* from Japan (*Carabidae, Coleoptera*). — *Kontyû*, **26**, 78-83.
- 1958. *Anisodactylini* of Japan, with description of a new Formosan *Chydaeus* (*Carabidae, Coleoptera*). — *Mushi*, **32**, 83-92.

## D. — Hemiptera

### 1. Miridae

- CARVALHO, J. C. M. & J. BECKER. — 1958. Neotropical *Miridae*. LXXXIII. A new species of « *Cyrtopeltis* (*Engytatus*) » with notes on related species (*Hemiptera, Heteroptera*). — *Rev. Bras. Biol.*, **18**, 333-336.
- CARVALHO, J. C. M. & E. WAGNER. — 1957. A world revision of the genus *Trigonotylus* FIEBER (*Hemiptera, Heteroptera, Miridae*). — *Arquiv. Mus. Nac.*, **43**, 121-155.
- ODHIAMBO, T. R. — 1958. Notes on the East African *Miridae* (*Hemiptera*). VII. New species of *Ozanicoris* REUTER and *Phytocoris* FALLÉN from Uganda. — *Ann. & Mag. Nat. Hist.*, **1**, ser. 13, 625-641.
- STYS, P. — 1957. *Calocoris* (*Closterotomus*) *insularis* REUTER 1896 as a distinct species (*Heteroptera, Miridae*). — *Acta Soc. Ent. Cechoslov.*, **54**, 84-87.
- WAGNER, E. — 1957. Zur Systematik der Gattung *Notostira* FIEBER (*Hem. Het. Miridae*). — *Nachr.bl. Bayer. Ent.*, **6**, 1-5.
- 1958. Das bisher unbeschriebene Männchen von *Atomoscelis tomentosus* REUTER (*Hemiptera, Heteroptera, Miridae*). — *Bull. Soc. Ent. Egypte*, **42**, 465-467.
- 1958. Das Männchen von *Acetropis sinuata* E. WAGNER (*Hemiptera, Heteroptera, Miridae*). — *Id.*, **42**, 515-517.

### 2. Anthocoridae

- CARAYON, J. — 1957. Introduction à l'étude des *Anthocoridae* omphalophores (*Hemiptera, Heteroptera*). — *Ann. Soc. Ent. France*, **126**, 159-197.
- 1958. Un nouvel *Anthocoridae* omphalophore de Côte d'Ivoire (*Hemiptera, Heteroptera*). — *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, **30**, 153-158.
- LE QUESNE, W. J. — 1958. Taxonomic notes on the British species of *Anthocoris* FALLÉN (*Hem., Anthocoridae*) and a new species from southern Europe. — *Ent. mon. Mag.*, **94**, 125-127.
- WAGNER, E. — 1957. Zwei neue *Anthocoriden*-Arten von den Kap Verde-Inseln (*Hem. Het.*). — *Comm. Biol. Soc. Sci. Fenn.*, **16**, p. 5.
- 1957. Beitrag zur Systematik der Gattung *Anthocoris* FALLÉN (*Hem. Het. Anthocoridae*). — *Nachr.bl. Bayer. Ent.*, **6**, 101-104 et 109-112.

3. *Reduviidae*

- ELKINS, J. C. — 1958. Three new species of *Cuernolestes* MILLER (Hemiptera, *Reduviidae*). — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**, 267-270.
- LENT, H. & L. A. LEON. — 1958. A new « *Rhodnius* » Stal from Ecuador (Hemiptera, *Reduviidae*). — *Rev. Bras. Biol.*, **18**, 181-185.
- MILLER, N. C. E. — 1958. New genera and species of Australian *Reduviidae* (Hemiptera, *Heteroptera*, *Reduviidae*). — *Rev. Franç. Ent.*, **25**, 233-239.
- SCHOUTEDEN, H. — 1957. Heteroptera *Enicocephalidae*, *Reduviidae* et *Nabidae*. — *Ann. Mus. R. Congo belge*, **58**, 232-246.
- USINGER, R. L. — 1958 (1957). A new genus of *Reduviidae* from the Hawaiian Islands (Hemiptera). — *Proc. Hawaii Ent. Soc.*, **16**, 437-440.
- VILLIERS, A. — 1957. Hémiptères Reduviides *Emesinae* récoltés aux îles du Cap-Vert par le Dr H. LINDBERG. — *Comm. Biol. Soc. Sci. Fen.*, **16**, p. 3.
- 1958. Sur quatre *Emesinae* du Musée Royal du Congo Belge (Hemiptera, *Reduviidae*). — *Rev. Zool. Bot. Afr.*, **58**, 277-280.

## ERRATA

in *Entomophaga*, 4 (3), 1959

### ZUR ISOLIERUNG UND KULTUR INSEKTENPATHOGENER ENTOMOPHTHORACEEN

VON

E. MÜLLER-KÖGLER (\*)

---

- S. 271, 9. und 10. Zeile von oben muss es heissen : ...Milch-Agar, Milch-Hafermehl-Agar und Fleischextrakt-Pepton-Dotter-Agar...*
- S. 273 : MACLEOD statt McLEOD.*
- S. 262 : Anmerkung zu Zeile 4-6 von oben : Während die Arbeit im Druck war, veröffentlichten HALL und HALFHILL (J. econ. Ent., 52, 30-35, 1959) ihre Versuche mit Dauersporen von Entomophthora virulenta HALL ET DUNN. Danach können diese sofort zu 2-5 % innerhalb 4 Tagen auf Nährböden auskeimen. Durch chitinspaltende Bakterien wurde ihre Keimung nicht beeinflusst.*
- S. 270 : Anmerkung zu Zeile 20 von oben : HALL und HALFHILL (s. vorstehende Anm.) konnten inzwischen feststellen, dass man ausgehend von bakterienverunreinigten Dauersporen von Entomophthora virulenta HALL ET DUNN saubere Pilzkolonien erhalten kann auf einem Pepton-Glucose-Agar mit Bengalrosa und Streptomycin oder auf Sabouraud-Glucose-Agar mit Streptomycin.*
- S. 272 : Anmerkung zu Summary : Herrn Dr. J. D. BRIGGS, Wasco/Kalifornien, danke ich sehr für kritische Durchsicht der engl. Zusammenfassung.*

(\*) Le secrétariat de la Revue présente ses excuses à l'auteur pour les omissions qui se sont produites lors de l'impression et de la correction de cet article.





# TABLE DES MATIÈRES DU TOME IV

## (1959)

---

### Mémoires originaux.

AIZAWA, K. & C. VAGO.	
Essais de cultures de tissus de Lépidoptères sur matières plastiques .....	249
ARTHUR, A.P. & H.G. WYLIE.	
Effects of host size on sex ratio, development time and size of <i>Pimpla turionellae</i> (L.) (Hymenoptera : Ichneumonidae).	297
AUBERT, J.F.	
Biologie de quelques <i>Ichneumonidae</i> <i>Pimplinae</i> et examen critique de la théorie de DZIERZON .....	75
BILIOTTI, E. & P. DELANOUE.	
Contribution à l'étude biologique d' <i>Opius concolor</i> SZEPL. ( <i>Hym. Braconidae</i> ) en élevage en laboratoire.....	7
BONNEFOI, A. & MME S. BÉGUIN.	
Recherches sur l'action des cristaux de <i>Bacillus thuringiensis</i> BERLINER souche « Anduze » .....	193
BONNEFOI, A. & M. TOUCAS.	
Essais de thermorésistance de l'organisme responsable de la maladie laiteuse de la larve du hanneton ( <i>Melolontha melolontha</i> L.) .....	227
BURGERJON, A.	
Titrage et définition d'une unité biologique pour les préparations de <i>Bacillus thuringiensis</i> BERLINER .....	201
BUGERJON, A. & P. GRISON.	
Sensibilité de différents Lépidoptères à la souche « Anduze » de <i>Bacillus thuringiensis</i> BERLINER .....	207

DAMME, E.N.G. VAN & P.A. VAN DER LAAN.

- Some observations on the effect of E. 58 Powder (*Bacillus thuringiensis* BERLINER) on *Malacosoma neustria* L. (*Lepid.*) ..... 221

HURPIN, B.

- Études de diverses souches de maladie laiteuse sur les larves de *Melolontha melolontha* L. et sur celles de quelques espèces voisines ..... 233

KRAMER, J.P.

- Observations on the seasonal incidence of *Microsporidiosis* in European corn borer populations in Illinois..... 37

LABEYRIE, V.

- Technique d'élevage de *Chelonus contractus* NEES. parasite de *Phthorimea ocellatella* BOYD..... 43

LANGE, R.

- Experimentelle Untersuchungen über den Nestbau der Waldameisen Nesthügel und Volkstärke ..... 47

LYSENKO, O.

- Report on diagnosis of Bacteria isolated from insects (1954-1958) ..... 15

MACKAUER, M.

- Trioxys similis* n. sp. (*Hymenoptera* : *Braconidae*, *Aphidiinae*) eine neue Blattlaus-Schlupfwespe aus Frankreich ... 303

MARTOURET, D.

- Applications diverses et normes d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* BERLINER souche « Anduze » ..... 211

MARTOURET, D. & G. DUSAUSOY.

- Multiplication et extraction des corps d'inclusion de la virose intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. .... 253

MÜLLER-KÖGLER, E.

- Zur Isolierung und Kultur insektenpathogener Entomophthoraceen ..... 261

- Errata ..... 357

VAGO, C.

- Recherches sur la culture de tissus en virologie des insectes.. 23  
Sur le mode d'infection de la virose intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. .... 311

## Documentation.

Bibliographie concernant la systématique des insectes entomophages :

- II (1956-1957) ..... 57

- III (1958)..... 345

Bibliographie über biologische Bekämpfung IV (von J. FRANZ).... 315

Première liste de souches de germes entomopathogènes

- par C. VAGO ..... 285

- par E. MÜLLER-KÖGLER ..... 288

## Informations et nouvelles de la C.I.L.B.

Compte rendu des sessions du Bureau exécutif de la C.I.L.B. :	
Paris, 20-21 octobre 1958 .....	3
Belgrade, 29 juin 1959 .....	291
Mission A.S. BALACHOWSKY en Inde et Liban (janvier-février 1959) ..	191
Conférence internationale sur la lutte biologique contre <i>Hyphantria</i> <i>cunea</i> DR. (Belgrade 26-27 juin 1959) .....	293
Activité des groupes de travail de la C.I.L.B. :	
Groupe de travail « Pou de San José » .....	5
Groupe de travail « <i>Earias</i> » .....	6
Groupe de travail « <i>Hyphantria cunea</i> » .....	294
Groupe de travail « <i>Dacus-Ceratitis</i> » .....	295
Groupe de travail « Défoliateurs forestiers méditerranéens » ..	296
Deuxième colloque de la C.I.L.B. sur la Pathologie des Insectes (Paris, 22-24 octobre 1958).	
Discussion des rapports. ....	275

---



